Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 4e sér., **2**, 1980,
section A, nº 1 : 245-287.

Révision des genres *Typhlogastrura* Bonet, 1930, et *Bonetogastrura* Thibaud, 1974 (Insectes, Collemboles)

par Jean-Marc Thibaud *

Résumé. — Révision des genres *Typhlogastrura* et *Bonetogastrura*, avec un historique de ce groupe, une étude biogéographique, morphologique et chétotaxique des espèces le composant, et une comparaison avec les *Hypogastrura* s.l. appartenant à la même lignée phylétique. Clés de détermination.

Abstract. — Revision of the genus *Typhlogastrura* and *Bonetogastrura*, with historical, biogeographical, morphological and chaetotaxical studies of this species, and also a comparison with the *Hypogastrura* s.l. belonging to the same phylum. Key to the species of the genus *Typhlogastrura* and *Bonetogastrura*.

Dans le cadre de la révision des espèces possédant moins de 8 + 8 cornéules de la famille des Hypogastruridae, et appartenant aux lignées phylétiques de *Ceratophysella denticulata* et de *C. armata*, ou de — *C. tuberculata*, nous étudions ici les genres *Typhlogastrura* et *Bonetogastrura*, après avoir déjà revu le genre *Schaefferia* (Thibaud, 1972).

I. Historique

Typhlogastrura [1] a été créé, comme sous-genre d'*Hypogastrura*, par Bonet en 1930, pour les espèces de la lignée phylétique de *Hypogastrura cavicola*, présentant le maximum d'adaptation à la vie cavernicole : espèces à pigment rare ou nul, sans cornéules, avec en plus les caractéristiques suivantes : organe postantennaire formé par 7 tubercules disposés en cercle, non confluents à la base, non pédiculés ; article antennaire IV avec 10 sensilles environ [la sous-espèce *H.* (*T.*) *mendizabali sensibilis* en présentant 16] et vésicule apicale ; empodium avec une lamelle basale et un filament atteignant la moitié de la griffe ; furca relativement bien développée, mais n'arrivant cependant pas au tube ventral, avec des dentes droites portant 8 soies et des mucrons de type *armata* modifié ; très longues épines anales. Le générotype en est *Hypogastrura* (*Typhlogastrura*) *mendizabali*, trouvée dans deux grottes de la Sierra de Aralar (Espagne).

Dans le même travail, Bonet place *Achorutes subterraneus* Carl, 1906 (trouvée dans deux grottes de Lombardie, en Italie), redécrite sous le nom de *Hypogastrura subterranea*

* *Laboratoire d'Écologie générale, Muséum national d'Histoire naturelle, 4 av. du Petit-Château, 91800 Brunoy.*

1. Pour les « *Hypogastrura* » de grottes.

par Handschin en 1926 (trouvée dans trois grottes de Suisse), dans le nouveau sous-genre sous le nom de *H.* (*Typhlogastrura*) *subterranea* (Carl, 1906) avec pour diagnose : pigment rare ; 1 + 1 cornéules ; 11 à 13 sensilles sur l'article antennaire IV ; organe postantennaire à 6 ou 7 tubercules ; filament empodial égal ou dépassant les 3/4 de la griffe ; dens avec 8 soies ; mucron 2,5 fois plus court que la dens ; grande épine anale.

Stach, en 1949, élève ce sous-genre en genre.

Delamare Deboutteville, en 1951, décrit *Typhlogastrura baluzuci* trouvée en France dans une grotte de l'Ardèche (proche de *T. subterranea* mais avec un organe postantennaire de 4, rarement 5, tubercules périphériques, mucron plus trapu et épines anales égales à la griffe de P III).

La même année, Christiansen décrit *Schaefferia variabilis* de l'Alaska (avec 2 + 2 cornéules ; dens à 7 soies ; mucron bien développé). Cette espèce n'étant pas un *Schaefferia*, nous verrons s'il y a lieu de la classer dans les *Typhlogastrura*.

Gisin, en 1953, décrit *Schaefferia* (*Typhlogastrura*) *atlanteu* d'une grotte du Maroc (avec : vésicule apicale de l'article antennaire IV trilobée ; 7 à 9 sensilles sur ce même article ; organe postantennaire avec 8 à 9 tubercules périphériques irréguliers ; sans cornéules ; filament empodial atteignant la moitié de la griffe).

Le même auteur, en 1962, place *Achorutes cavicolus* Börner, 1901, dans le sous-genre *Typhlogastrura*. Strebel, en 1965, conteste cela et place cette espèce dans les *Hypogastrura* s.l. Nous en discuterons.

Gisin, en 1964, décrit *Schaefferia* (*Typhlogastrura*) *spelicola* d'une grotte d'Autriche (proche, d'après cet auteur, de *S. cavicola* dont elle se distingue par la modification spiniforme de certains macrochètes de la tête et par le développement de bosses tégumentaires sur les tergites ; avec parfois 4 à 5 petites cornéules, mais le plus souvent moins ; dens avec 7 soies). C'est bien un *Typhlogastrura*.

Nous avons décrit (Thibaud, 1967) *Typhlogastrura breuili* d'une grotte d'Espagne (avec 9 sensilles au 4e article antennaire ; 3 + 3 ou 2 + 2 cornéules ; dens avec 7 soies).

La même année, Loksa et Bogojevic décrivent *Schaefferia topali* d'une grotte yougoslave qui, avec 3 + 3 à 6 + 6 cornéules et dens à 7 soies, est à classer parmi les *Typhlogastrura*.

En 1974, Stomp et Thibaud décrivent *T. delhezi* d'une mine d'Algérie. En 1974, nous subdivisons le g. *Typhlogastrura* en deux, en créant le g. *Bonetogastrura* [1] pour les *Typhlogastrura* de la lignée B (Thibaud, 1975).

En 1975, nous décrivions trois espèces nouvelles : *B. soulensis*, du Pays basque français, *T. alabamensis* et *T. christianseni* de l'État d'Alabama aux USA.

II. ÉTUDE DES ESPÈCES

Nous étudierons les espèces selon l'ordre chronologique de leur description. Pour les mesures extrêmes et moyennes nous n'avons pas séparé les mâles des femelles ; ces dernières

1. Genre ainsi nommé en l'honneur du Pr. F. Bonet, qui travailla longtemps sur les Hypogastruridae cavernicoles.

sont en général légèrement plus grandes que les mâles. Nous considérons que l'animal est adulte, c'est-à-dire mature, après la 5e mue, donc à partir du 6e stade. Les points de repère sont indiqués sur les figures.

1. **Typhlogastrura mendizabali** (Bonet, 1930)

Cette espèce, générotype du genre, a été trouvée dans trois grottes de la Sierra de Aralar, dans la province de Guipúzcoa, Pays basque espagnol. Elle fut bien décrite par Bonet (1930), qui créa aussi une sous-espèce, *H.* (*Typhlogastrura*) *mendizabali sensibilis*, différant de la forme typique par la présence de 16 sensilles sur l'article antennaire IV (deux exemplaires d'une grotte située elle aussi dans la Sierra de Aralar).

L'examen de deux paratypes, aimablement prêtés par notre collègue D. Selga, et d'une très abondante récolte (48 étudiées) que nous avons faite en juillet 1973 [1] dans la grotte d'Elur Zulo (Pays basque espagnol), nous permet de préciser la variabilité des caractères morphologiques de cette espèce.

La longueur (antennes et épines anales non comprises) des adultes (85 % de femelles) varie de 2 000 à 3 100 µm, avec une moyenne de 2 500 µm (L. tête : de 350 à 550 µm, moyenne : 440 µm ; L. thorax + abdomen : de 1 600 à 2 550, moyenne : 2 100 µm). La couleur est blanchâtre, il n'y a pas trace de granulations pigmentaires résiduelles comme chez *B. balazuci*.

L'article antennaire IV porte de 8 à 16 sensilles, en général 11 (8 et 9 : 4 % chacun ; 10 : 20 % ; 11 : 32 % ; 12 : 24 % ; 13 : 11 % ; 14 : 4 % ; 16 : 1 %), dont 2 toujours subapicales externes encadrant la petite sensille globuleuse logée dans une fossette tégumentaire. Vue la variabilité dans le nombre de sensilles, la sous-espèce *sensibilis* ne semble pas valable. L'organe apical exsertile allongé est simple ; son pied, parfois lobé, est logé dans un alvéole à l'intérieur du segment antennaire IV, sa tête dépassant seule à l'extérieur. Signalons la présence de gros grains tégumentaires, depuis la base de cet organe apical jusqu'aux premières soies ventrales. Proéminence cylindrique apicale, avec longue soie, classique des Hypogastruridae. Classique aussi de cette famille, l'organe antennaire III.

L'organe postantennaire est, relativement, assez petit ; sa plus grande longueur varie de 33 à 46 µm (moyenne : 38 µm). Il présente souvent 7 tubercules (40 %), généralement ovoïdes, parfois plus allongés, souvent 8 (35 %), parfois 9 ou 6 (9 % chacun) et plus rarement 10 (4 %) et rarement 4,5 ou 11 (1 % chacun). Ces tubercules périphériques sont souvent de même taille (fig. 1 A et phot. 1 et 2) ; 22 % des organes postantennaires présentent un tubercule situé perpendiculairement aux autres (fig. 1 B et phot. 3). Il y a 67 % de cas d'asymétrie (surtout 8 + 7 : 29 % du total).

Il n'y a, le plus souvent (95 % des cas), pas de cornéules sur les aires oculaires ; cependant 5 % d'entre elles présentent une cornéule résiduelle assez plate (ø : 7 µm ; ø grain tégumentaire : 1 à 2 µm).

Il n'y a pas de taches pigmentaires oculaires.

1. Nous tenons à remercier ici MM. Antonio Vega de Seoane, Rafael Zubiria Múgica, Antxón Baudrés, Javier Barrenechea et Lucas Méndikute, membres de la Société de Sciences naturelles Aranzadi de San Sebastian, qui ont grandement facilité notre mission.

La longueur du tibiotarse III chez l'adulte varie de 130 à 180 µm (moyenne : 150 µm). Il porte en général 18 soies (10 % avec 19) ; il n'y a pas d'ergot capité (fig. 1 C). Les griffes présentent une dent interne, située en général vers la moitié de leur bord interne, mais aussi plus rarement vers son tiers basal ou vers son tiers apical. Elles portent aussi 2 dents latérales sub-basales et 2 dents latérales subapicales (fig. 1 D). Ces griffes sont fines et très allongées, toujours plus longues que les tibiotarses. La griffe III mesure (côté dorsal) de 145 à 200 µm (moyenne : 165 µm). Elle est 0,9 fois plus petite que la dens. L'empodium présente une lamelle basale ; son filament apical atteint environ la moitié du côté ventral de la griffe (0,42).

Le rétinacle possède assez souvent 5 dents par bras (52 %) ; souvent seulement 4 (46 %) et rarement 6 (2 %). Il y a des cas d'asymétrie sur le nombre de dents portées par chacun des deux bras du rétinacle (4 + 5 : 60 %).

La dens, relativement bien développée (de 160 à 220 µm ; moyenne : 185 µm), porte en général 8 soies (85 % ; fig. 1 E), parfois 7 ou 9 (7,5 % chacun). Il y a des asymétries sur le nombre de soies portées par les deux dentes droite et gauche (8 + 7 et 8 + 9 : 5 % des cas chacun). Le mucron est bien développé ; il mesure de 60 à 100 µm (moyenne : 82 µm). La dens est donc 2,3 fois en moyenne plus longue que le mucron. Ce dernier, droit, à l'apex arrondi, porte 2 lamelles interne et externe allant de la base à l'apex (fig. 1 F). D'après Bonet, sa forme est très variable et présente, chez quelques exemplaires, des rudiments de lamelles échancrées vers la moitié.

Les 2 épines anales sont bien développées ; elles mesurent de 80 à 150 µm (moyenne : 110 µm). Elles sont donc, en général, 0,65 fois plus courtes que les griffes III. Elles sont finement barbelées (phot. 4). Ces épines sont portées par 2 papilles anales bien développées (1/3 à un 1/4 de la longueur des épines), non confluentes à leur base (fig. 1G). Signalons la présence d'un exemplaire sans épine anale.

La chétotaxie dorsale (fig. 1H) est constituée par trois sortes de soies : des microchètes, des macrochètes longues, épaisses et crénelées, et des soies « sensorielles » lisses, fines et allongées.

La chétotaxie de la tête est caractéristique de la famille des Hypogastruridae ; mais ici, les soies sd_1 manquent (5 % des individus seulement avec une sd_1) et de plus l'on n'a qu'une, parfois deux, soies oculaires : ainsi, la macrochète OC_2 est toujours présente ; chez 15 % des individus, s'y ajoute une autre macrochète, plus petite (OC_3) à gauche ou à droite. Rarement (5 % des cas) une V_1, ou une V_2, une Sd_4, ou une d_1, ou une p_2 manquent.

Le prothorax, classique, porte une rangée de 3 × 3 soies (2 microchètes : m_1 et m_3 ; une macrochète : m_4), ceci chez 55 % des exemplaires ; 4 + 3 avec une m_2 en plus chez 4 % ; 3 + 2 sans une m_4 chez 5 % ; 3 + 2 sans une m_3 chez 16 % ; 2 + 3 sans une m_1 chez 4 % ; 2 + 2 sans m_1 chez 4 % ; 2 + 2 sans m_3 chez 4 % et 1 + 2, sans m_1 et sans une m_3, chez 8 %. Enfin, chez 8 % des individus on remarque une soie surnuméraire m'_1 placée près de m_1 gauche (: 3 + 4).

Les chétotaxies dorsales du méso- et du métathorax sont semblables mais, sur le métathorax les deux soies a_3 sont petites et égales aux a_1. Il y a classiquement 3 rangées de, respectivement, 4 + 4, 2 + 2 ou 3 + 3, et 5 + 5 soies, se prolongeant latéralement, pour les deux premières, par deux ou trois soies paratergales : a_5 et a_6, m_5 (chez 20 % des cas sur le mésothorax et 40 % sur le méta- ; une seule m_5, droite ou gauche, chez 25 % sur le méso- et chez 15 % sur le méta-), m_6 macrochète et m_7 « soie sensorielle ». Pour la rangée

moyenne, chez 5 % des cas on a 1 + 2 ou 3 + 2 soies : absence d'une m_1. Chez 5 % sur le mésothorax on a 3 + 3 soies avec présence des 2 m_3 et 5 % avec 3 + 2 ; par contre, chez 60 % sur le métathorax on a 3 + 3 soies avec les 2 m_3 et chez 10 % : 3 + 2. Présence de macrochètes en a_3 (sur le mésothorax), a_5, m_4, m_6, p_2 et p_5. La macrochète p_2 a migré vers l'avant et se trouve près de la rangée moyenne. Cette migration est risque de confusion lorsqu'on appelle cette soie m_2 ! [1]

Les 4 soies « sensorielles » sont en m_7 et p_4. Parfois une a_3 manque, parfois aussi c'est une m_3 ou une m_5.

La chétotaxie des trois premiers tergites abdominaux est identique. Ils présentent chacun seulement deux rangs de soies. L'antérieur, avec 3 + 3 soies dans 80 % des cas (a_3 et a_5 manquantes), est prolongé latéralement sur le paratergite par une soie (a_6). Parfois une a_5 est présente à droite ou à gauche (5 % et 5 %), parfois des deux côtés (10 %). Le rang moyen est absent ; seule la soie paratergale m_7 est souvent présente (80 %). Le rang postérieur porte en général 4 + 4 soies (60 % des individus), dont une macrochète en p_2 et une « soie sensorielle » en p_5 (absence de p_3) ; il est prolongé, lui aussi, par une microchète (p_6) et une macrochète (p_7) paratergales. Chez 30 % on note la présence d'une p_3 à gauche ou à droite (4 + 5) chez 5 %, les deux p_3 sont présentes (5 + 5) ; enfin, chez 5 % il n'y a qu'une des deux p_2 (4 + 3). Rarement une des deux p_2 est une microchète (5 %) ; rarement aussi une des deux p_1 manque (5 %). Nous avons trouvé un individu avec une chétotaxie « aberrante » sur les abdomens 1, 2 et 3 : en 1 manquaient les soies en a_1 et a_2, en 2 les soies a_1 et p_1 et en 3 les soies a_1, a_2, a_4, p_1, ainsi que les soies p_4, p_5 et p_6 gauche.

Le tergite abdominal 4 porte trois rangs de soies. L'antérieur avec 3 + 3 (a_2 et a_4 absentes) ; la première soie (a_1) est légèrement décalée latéralement et a_5 est une macrochète, ainsi que a_6 sur le paratergite. Le rang moyen porte 2 + 2 soies (m_2, m_3, m_4 manquantes) Le rang postérieur porte 4 + 4 soies (p_3 absentes), avec en p_2 et p_4 des macrochètes et en p_5 une soie « sensorielle » ; ce rang est prolongé paratergalement par la macrochète p_6. Cette espèce rentre donc dans la lignée A (p_1 microchète et p_2 macrochète) avec le genre *Schaefferia* et *Ceratophysella denticulata* (Bourgeois et Cassagnau, 1972), avec aussi les espèces suivantes : *atlantea*, *breuili*, *topali*, *alabamensis* et *christianseni*. Ces cinq espèces, plus *mendizabali* (générotype), forment le g. *Typhlogastrura* s.s. Notons que la macrochète p_2 manque à droite dans 10 % des cas. De plus, le même individu déjà signalé pour une chétotaxie « aberrante » en 1, 2 et 3 en présente une aussi aberrante pour l'abdomen 4 avec l'absence de la rangée antérieure (sauf a_5 gauche qui est présente), l'absence des m_1, l'absence des p_1, des p_4, de la p_5 droite ; de plus, la soie « sensorielle » p_5 gauche est tout près de la macrochète p_2. Le tergite abdominal 5 a classiquement deux rangées de soies. L'antérieure avec 2 + 2 (a_2 et a_4 absentes) est prolongée par deux soies paratergales (a_5 et a_6 ou a_7). Le rang postérieur, avec le plus souvent (75 % des cas) 3 + 3 soies (p_1 absentes), dont la soie « sensorielle » est en p_4 et dont p_2 est une macrochète, est prolongé par 3 soies paratergales (p_5, une macrochète p_6, et p_7). Chez 15 % des individus une p_3 manque, chez 10 % les 2 p_3 manquent. Chez 5 % p_5 est une macrochète ; chez 10 % p_5 manque à gauche ; chez 5 % p_2 est une microchète. Toujours chez le même individu à chétotaxie abdominale

1. Nous avons fait cette confusion dans notre travail sur la révision du genre *Schaefferia* (cf. Thibaud, 1972) : pour toutes les espèces de ce genre, sur le méso- et le métathorax, il y a donc aussi 3 rangées de soies : 4 + 4, 3 + 3 et 5 + 5, avec les 4 soies « sensorielles » en m_7 et p_4, au lieu de p_3, puisque la macrochète appelée m_2 est en réalité p_2 ayant migré vers l'avant (Bourgeois et Cassagnau, 1972).

Fig. 1. — A-H : *Typhlogastrura mendizabali* : A, organe postantennaire droit ; B, *id.*, (vue de profil) ; C, tibiotarse III ; D, prétarse et griffe III ; E, dens et mucron (vue latérale) ; F, deux mucrons (vues latérales) ; G, épine et papille anales ; H, chétotaxie dorsale gauche de la tête, des pro- et mésothorax et des abdomens 3, 4, 5 et 6.

I-O : *Bonetogastrura subterranea* : I, article antennaire IV et organe antennaire III ; J, aires oculaires droite et gauche (avec 3 + 4 cornéules) ; K, aires oculaires droite et gauche (avec 3 + 2 cornéules) ; L, tibiotarse, prétarse et griffe III ; M, mucron (face antérieure) ; N, chétotaxie dorsale droite du mésothorax ; O, chétotaxie dorsale droite des abdomens 3 et 4.

« aberrante », nous voyons une rangée antérieure réduite à la partie gauche, l'absence de p_2 gauche, des p_3 et des p_5 et p_6.

La chétotaxie dorsale du tergite 6 est classique avec 2 rangs de 3 + 3 soies : a_1, a_3 (macrochète) et a_4 pour le premier, et p_2 (longue soie), p_3 et p_4 pour le second, les 2 longues épines anales étant en position p_1.

2. **Bonetogastrura subterranea** (Carl, 1906)

Cette espèce a été trouvée dans deux grottes de la région de Varèse en Italie du Nord, et dans trois grottes du Tessin méridional, près de Chiasso en Suisse, cavités toutes les cinq situées dans un périmètre d'environ 20 km. Elle fut décrite par Carl (1906) sous le nom de *Achorutes subterraneus*, puis, d'une façon plus approfondie, par Handschin (1926) sous le nom de *Hypogastrura subterranea*. Bonet (1930) la plaça dans le sous-genre *Typhlogastrura* : *H.* (*Typhlogastrura*) *subterranea*. Stach (1949) en fit un genre : *Typhlogastrura subterranea*. Enfin, Gisin en affina la diagnose (1960).

L'examen de 25 paratypes, aimablement prêtés par le regretté H. Gisin et par R. Bernasconi, nous permet d'en préciser la diagnose, la chétotaxie et la variabilité.

La longueur des adultes (62 % de femelles) varie de 1 850 à 2 800 µm, avec une moyenne de 2 300 µm (L. tête : de 350 à 500 µm, moyenne : 420 µm ; L. thorax + abdomen de 1 500 à 2 300 µm, moyenne : 1 900 µm). D'après Handschin, les animaux sont blancs, avec cependant quelques traces résiduelles de pigment bleu ciel.

L'article antennaire IV porte de 11 à 17 sensilles et non seulement 11 à 13 comme l'écrivit Handschin. Il en présente souvent 15 ou 14 (respectivement 32 et 28 % ; fig. 1 I), parfois 13 ou 12 (respectivement 13 et 12 %), plus rarement 16 ou 11 (7 et 6 %) et, enfin, rarement 17 (2 %). Il y a souvent des asymétries (75 %) entre le nombre de sensilles sur l'article antennaire IV droit et sur le gauche, de 1 ou, plus rarement, 2 sensilles en plus ou en moins. L'organe apical exsertile est gros et simple. Proéminence cylindrique apicale avec une soie, classique de la famille, tout comme l'article antennaire III.

L'organe postantennaire est, relativement, assez petit ; sa plus grande longueur varie de 32 à 42 µm (moyenne : 37 µm). Il présente souvent 6 tubercules périphériques de même forme que ceux de *T. mendizabali* (60 %), mais parfois aussi 5 (24 %), plus rarement 7 (12 %) et très rarement 8 ou 4 (2 % chacun). Sa forme rappelle celle des *Schaefferia* avec 2 tubercules antérieurs allongés, souvent transversalement et de 3 à 5 tubercules postérieurs plus petits (fig. 1 J et K). Il y a 67 % d'asymétrie (surtout 6 + 7 et 5 + 6).

Carl (1906) indiquait que cette espèce n'avait pas d'ommatidies, ni de taches oculaires. Handschin (1926) rapporta que par une observation plus précise on trouvait derrière l'organe postantennaire une tache isolée non pigmentée, assimilable à une ommatidie. Gisin (1960) indiqua la présence de 0 à 3 petites lentilles rudimentaires. En effet, la variabilité est grande (fig. 1 J et K) : nous trouvons 3 cornéules chez 52 % des aires oculaires examinées, 2 chez 36 %, 1 chez 6 %, 0 chez 4 %, et 4 chez 2 %. Il y a 45 % d'asymétrie (3 + 4, 2 + 1, 1 + 0 chez 5 % chacun et surtout 3 + 2 chez 30 %). Leur diamètre est très réduit : il varie de 3 à 7 µm (moyenne : 4,8 µm). Rappelons que pour une espèce à 8 + 8 cornéules, telle *Hypogastrura purpurescens*, de longueur légèrement inférieure (1 800 à 2 000 µm), le diamètre des cornéules varie de 15 à 18 µm.

Quand il subsiste 4 cornéules sur une aire oculaire, on peut les assimiler aux cornéules A, B (ou C), E et F-G (fig. 1 J gauche) ; quand il en reste 3 on peut les assimiler aux cornéules A, B et F-G (fig. 1 J droite), plus rarement à B, F et G (fig. 1 K droite) ; quand il en reste 2 on peut les assimiler aux cornéules A-D et F-G, parfois B et F-G (fig. 1 K gauche).

La longueur du tibiotarse III chez l'adulte varie de 128 à 180 µm (moyenne : 160 µm). Il porte 18 soies ; il n'y a pas d'ergot capité. Les griffes présentent une dent interne, située en général vers la moitié de leur bord interne, mais parfois aussi vers les 3/5 apicaux. Elles portent aussi 4 dents latérales : 2 sub-basales et 2 subapicales (fig. 1 L). Les griffes sont allongées, mais mesurent cependant toujours moins que les tibiotarses ; la longueur de la griffe III varie de 110 à 164 µm (moyenne : 140 µm). Elles sont moins fines et moins élancées que celles de *T. mendizabali*. La griffe III est, en moyenne, 0,8 fois plus petite que la dens. L'empodium présente une assez grosse lamelle basale ; son filament apical est très long : il atteint, ou parfois même dépasse très légèrement, le bout de la griffe (fig. 1 L).

Le rétinacle possède le plus souvent quatre dents par bras (93 %), plus rarement cinq (7 %). Il y a 14 % d'asymétrie (4 + 5).

La dens, mesurant de 130 à 180 µm de long (moyenne : 160 µm), porte toujours 8 soies. Le mucron, bien développé, est droit et à apex arrondi ; il mesure de 60 à 85 µm (moyenne : 72 µm). La dens est donc en moyenne 2,2 fois plus longue que le mucron. Ce dernier porte 2 étroites lamelles, interne et externe, allant de la base à l'apex (fig. 1 M).

Les 2 épines anales, longues et fines, mesurent de 130 à 170 µm (moyenne : 155 µm). Elles sont donc, en général, 1,1 fois plus longues que les griffes III. Elles sont portées par 2 papilles anales, non confluentes à leur base, qui mesurent un peu moins d'un quart de la longueur des épines.

La chétotaxie dorsale (fig. 1 N et O) est formée, comme chez l'espèce précédente, de trois sortes de soies : micro- et macrochètes barbelées et soies « sensorielles » lisses et effilées.

La chétotaxie de la tête est classique des Hypogastruridae, mais ici, p_1 est le plus souvent deux fois plus grande et plus large que la microchète p_2. De plus, chez 4 % des cas une v_1 est plus grosse que v_2 ; chez 8 % des cas v_1 et v_2 sont toutes deux des microchètes à droite ; chez 50 % il n'y a pas de v_1 et les deux v_2 sont alors des microchètes ; chez 16 % cela n'est visible que sur le côté gauche ; enfin, chez 4 % des cas il n'y a pas de v_2 ni à droite, ni à gauche, et chez 2 % pas de v_2 à droite seulement. Il se présente aussi une grande variabilité pour les soies oculaires (fig. 1 J et K). En effet, la soie Oc_1 manque des deux côtés chez 17 % des cas ; elle manque seulement à gauche chez 22 % des cas ; quand les Oc_1 existent, ce sont des macrochètes chez 61 % des cas ; il n'y a qu'une macrochète à droite chez 16 % et qu'une microchète à droite chez 6 %. La soie Oc_2, toujours présente, est une macrochète, à droite et à gauche, chez 23 % des cas, une macrochète à gauche et une microchète à droite chez 16 % et une microchète, à droite et à gauche, chez 61 %. La soie Oc_3, absente des deux côtés chez 50 % des cas ; absente seulement à droite chez 28 % des cas, est présente, sous la forme d'une microchète, des deux côtés chez 22 % et seulement à gauche chez 28 %.

Prothorax, classique, avec une rangée de 3 + 3 soies, mais ici m_1 est le plus souvent deux fois plus longue et plus large que la microchète m_3.

Les chétotaxies dorsales du méso- et du métathorax sont semblables, mais, sur le métathorax la soie a_2 est généralement plus petite que celle du mésothorax (fig. 1 N). Il y a

classiquement 3 rangées avec respectivement 4 + 4, 3 + 3 (ou 2 + 2) et 5 + 5 soies, se prolongeant latéralement pour les premières par deux soies paratergales (a_5 et a_6 ; m_6 et m_7). Présence de macrochètes en a_2 (sur le mésothorax), a_5, m_5, m_6, p_2 et p_5. Soies « sensorielles » en m_7 et p_4. Les soies m_2 et m_3 manquent. Il y a 60 % des individus qui n'ont pas de m_4 sur le métathorax (rangée moyenne avec alors 2 + 2 soies seulement) et 5 % avec une a_2 manquante à droite. La chétotaxie du thorax II et III de cette espèce est donc classique et semblable à celle de l'espèce précédente. Nous pouvons cependant remarquer qu'ici la macrochète p_2 est beaucoup moins située en avant que chez *T. mendizabali*, elle est, en effet, presque à l'alignement de la rangée postérieure ; sa migration étant à peine ébauchée (groupe B). De plus ici, a_2 sur le mésothorax, est une macrochète, au lieu de a_3 chez *T. mendizabali*, et sur le mésothorax, microchètes en a_2 et non en a_3.

Les chétotaxies des trois premiers tergites abdominaux sont identiques. Ils présentent chacun seulement deux rangs de soies (fig. 1 O). L'antérieur complet avec toujours 5 + 5 soies, est prolongé sur le paratergite par une macrochète (a_6). Le rang moyen est absent ; seule la soie paratergale m_7 est le plus souvent présente (80 %). Le rang postérieur est parfois (10 %) complet (5 + 5), avec des macrochètes en p_2 et en p_4, une soie « sensorielle » en p_5 ; mais chez 80 % des cas les deux microchètes p_3 manquent et chez 10 % une des deux est absente. Une macrochète paratergale (p_6) prolonge cette dernière rangée.

Le tergite abdominal 4 porte trois rangées de soies (fig. 1 O) ; l'antérieure avec 3 + 3 soies (a_1 microchètes, a_2 ou a_3 et a_5 macrochètes), prolongées par une macrochète paratergale (a_6) ; la rangée moyenne avec aussi 3 + 3 soies (m_1, m_4 et m_5 microchètes), prolongées par une microchète paratergale (m_6) ; la rangée postérieure est parfois complète avec 5 + 5 soies (25 % des cas), avec des macrochètes en p_1 et p_4, des microchètes en p_2 et p_3 et des soies « sensorielles » en p_5 ; mais chez 62,5 % des cas les deux microchètes p_3 manquent et chez 12,5 % une des deux est absente. Une macrochète paratergale (p_6) prolonge cette rangée postérieure. Cette espèce rentre donc bien dans la lignée B (p_1 macrochètes et p_2 microchètes) avec les espèces du nouveau genre *Bonetogastrura* et *Ceratophysella armata*, *C. tuberculata*, *C. tergilobata* (cf. Bourgeois et Cassagnau, 1972). Les autres espèces de ce nouveau genre (Thibaud, 1974) sont : *balazuci* (générotype), *variabilis*, *spelicola*, *soulensis*, *cavicola* et *delhezi*.

Le tergite abdominal 5 a deux rangs de soies. L'antérieur, avec 2 + 2 macrochètes (a_2 et a_4 absentes), est prolongé par deux soies paratergales (a_5 et a_6 ou a_7). Le rang postérieur, avec 3 + 3 (p_1 absentes) soies dont une macrochète en p_2 et une soie « sensorielle » en p_4, est prolongé par 3 soies paratergales (p_5, une macrochète p_6, et p_7). Chez 5 % des individus une p_3 ou une p_5 manque.

Chétotaxie dorsale du tergite 6 classique, semblable à celle de *T. mendizabali*.

3. **Bonetogastrura balazuci** (Delamare Deboutteville, 1951)

Cette espèce a été trouvée dans une seule grotte de l'Ardèche (France). Elle fut bien décrite par Delamare (1951) ; nous avons complété cette description et donné celle du développement postembryonnaire (Thibaud, 1969 et 1970). Nous en avons fait le générotype du nouveau genre *Bonetogastrura* (cf. Thibaud, 1975).

L'étude de près de 300 individus, jeunes et adultes, nous permet d'en préciser la variabilité.

La longueur des adultes (60 % de femelles) varie de 1 810 à 2 950 µm, avec une moyenne de 2 380 µm (L. tête : de 310 à 450 µm, moyenne : 380 µm ; L. thorax + abdomen : de 1 500 à 2 500 µm, moyenne : 2 000 µm), ce qui fait une taille proche de celle de *B. subterranea*. L'animal est blanc crème, avec quelques petites taches de grains de pigment violet brun assez pâle, disséminés dans l'hypoderme [1]. Les aires oculaires sont un peu plus pigmentées (fig. 2 A).

L'article antennaire IV porte, chez l'adulte, en général 7 sensilles (80 %), parfois 6 (10 %) et plus rarement 8 ou 9 (5 % chacun).

Au premier stade, seule la petite sensille (L. : 4 à 7 µm ; ø : 0,5 à 1 µm), logée dans une fossette tégumentaire, est présente (phot. 5). Au deuxième stade, viennent l'encadrer deux sensilles subapico-externes (L : 15 à 20 µm ; ø : 1,5 à 2 µm), et trois autres sensilles apparaissent en position dorso-médiane. Au troisième stade, s'ajoute à ces sensilles, chez 40 % des individus, une seule sensille dorso-médiane. L'organe apical exsertile est allongé et trilobé de la base à son apex (fig. 2 B). Organe sensoriel III classique.

La plus grande longueur du, relativement, petit organe postantennaire varie de 28 à 34 µm (moyenne : 31 µm). Il présente le plus souvent 4 tubercules périphériques arrondis ou ovoïdes, de forme rebondie, comme chez les 2 espèces antérieures (65,5 %), parfois 5 (32,5 %), et rarement 6 ou 3 (chacun 1 %). Il existe 41 % de cas d'asymétrie (4 + 3 et 6 + 5 ; surtout 5 + 4 : 36 %). Les deux tubercules antérieurs sont le plus souvent allongés transversalement (fig. 2 C).

Ici aussi la variabilité dans le nombre de cornéules par aire oculaire est grande (fig. 2 A et C) : il y a le plus souvent 1 cornéule résiduelle (49 % des aires oculaires), parfois 0 (28,5 %), plus rarement 2 (19 %) et rarement 3 (3,5 %) ; ce qui fait par individu (et ceci pour 250 jeunes et adultes) : 6 cornéules par individu chez 1 %, 5 chez 3 %, 4 chez 3,5 %, 3 ou 2 ou 1 chez 27 % chacun, et 0 chez 11,5 %. Il y a 64 % de cas d'asymétrie (3 + 2, 3 + 1, 3 + 0, 2 + 0 et surtout 2 + 1 avec près de 26 % et 0 + 1 avec près de 28 %). Le diamètre des cornéules résiduelles est réduit : il varie de 3 à 9 µm (moyenne : 5,8 µm). Elles sont souvent aplaties, parfois plus bombées. Leur surface est lisse ; la bordure de grains primaires monte cependant parfois à leur surface (phot. 6 et 7). Quand il subsiste 3 cornéules, sur une aire oculaire, on peut les assimiler aux cornéules A - B - D à l'avant, F - G à l'arrière et E au milieu (fig. 2 C droite) ; quand il en subsiste 2, on peut assimiler la cornéule antérieure à A - B - D - E et la postérieure à F - G (fig. 2 C centre) ; enfin, quand il en reste une, elle est assimilable, dans la moitié des cas à A - B - D et dans l'autre moitié à F - G (fig. 2 C gauche). Signalons parfois la présence de renflements cuticulaires de grains primaires sur les aires oculaires (phot. 6 et 8).

La longueur du tibiotarse III varie chez l'adulte de 128 à 160 µm (moyenne : 145 µm). Il porte le plus souvent 18 soies, plus rarement 19, sans ergot capité. Les griffes (fig. 2 D) présentent, ici encore, une dent interne, située en général vers les 3/5e apicaux de leur bord interne et quatre dents latérales : deux sub-basales et deux subapicales. Les griffes sont allongées ; elles sont cependant légèrement moins fines que celles des deux espèces précédentes. La longueur de la griffe III varie de 100 à 140 µm (moyenne : 124 µm). Elle est, en

1. Nous avons extrait de cette espèce une ommine violette en faible quantité et une ommochrome labile en quantité appréciable (Bouthier et Thibaud, 1974).

moyenne, 0,9 fois plus petite que la dens. L'empodium présente une assez grosse lamelle basale et un long filament apical, ne dépassant cependant pas l'apex de la griffe, son extrémité arrive en effet au niveau des 4/5e du côté ventral de la griffe.

Le rétinacle possède le plus souvent 4 dents par bras (94,5 %), plus rarement 5 (4,25 %), et très rarement 3 ou 2 (respectivement 1 et 0,25 %). Il y a 9 % d'asymétrie (surtout 5 + 4).

La dens, proportionnellement légèrement plus petite que chez les deux espèces précédentes, mesure de 120 à 150 µm (moyenne : 138 µm) ; elle porte le plus souvent 8 soies (89 %), parfois 7 (11 %). Il y a 16 % d'asymétrie (8 + 7). Le mucron, droit et à l'apex arrondi, est assez bien développé, quoique proportionnellement lui aussi plus réduit que chez les deux espèces précédentes ; il mesure 48 à 68 µm (moyenne : 58 µm). La dens est en moyenne 2,4 fois plus longue que le mucron. Celui-ci possède deux lamelles n'atteignant pas toujours l'apex (fig. 2 E). La crête postérieure du corps mucronal présente 2 petites dents vers son milieu.

Les 2 épines anales sont moins longues que chez les deux espèces précédentes : leur longueur varie de 80 à 100 µm (moyenne : 87 µm). Elles sont donc, en général, 0,7 fois moins longues que les griffes III. Elles sont portées par 2 papilles anales, non confluentes à leur base et mesurant un peu moins de 1/3 de la longueur des épines.

La chétotaxie dorsale est formée de micro- et de macrochètes barbelées et de soies « sensorielles » lisses (voir phot. *in* Massoud et Thibaud, 1973).

La chétotaxie de la tête est classique des Hypogastruridae. Mais ici chez 53 % des individus les Sd_4 sont absentes, et chez 20 % il n'y en a qu'une. De plus, chez 8 % p_5 est absente et chez 1 % il n'y a pas de v_1 à droite. Enfin, chez 80 % des cas les soies p_1 sont des « petites » macrochètes (comme chez *B. subterranea*), deux fois plus longues et plus larges que p_2, les e_3 sont alors aussi plus longues et plus larges. Pour les soies oculaires nous trouvons la variabilité suivante : il y a 3 soies oculaires chez 20 % des cas, avec une macrochète en Oc_2 (1 % avec une macrochète en Oc_1) ; chez les 80 % restant il n'y a que 2 soies oculaires de position variable : la macrochète étant en Oc_2 et la microchète en Oc_3 chez 50 %, la macrochète en Oc_1 et la microchète en Oc_2 chez 20 % et nous avons 2 microchètes chez 30 %.

Prothorax classique comme chez *B. subterranea* (assez rarement une m_1 ou une m_3 manque : 10 % des cas chacun). Rappelons (Thibaud, 1969) qu'au premier stade, donc juste après l'éclosion, le prothorax porte seulement 1 + 1 soies (m_4), au deuxième il en porte 2 + 2 (m_1 et m_4) et à partir du troisième 3 + 3 (apparition de m_3).

Les chétotaxies dorsales du méso- et du métathorax sont semblables et se présentent comme chez *B. subterranea* (la migration de p_2 vers l'avant est à peine ébauchée : groupe B).

Les chétotaxies des trois premiers tergites abdominaux sont identiques. Ils présentent chacun seulement deux rangées de soies : l'antérieure avec 3 + 3 soies (a_3 et a_5 manquantes), prolongées par a_6 ; la postérieure complète avec 5 + 5 soies (macrochètes en p_2 et p_4, soie « sensorielle » en p_5), prolongées par une macrochète en p_6. Dans 5 % des cas une p_3 manque, parfois aussi une p'_3 s'intercale entre p_3 et p_4. La longueur de chaque soie augmente légèrement quand on passe du 1er au 3e segment abdominal. La seule soie de la rangée médiane est une soie latérale m_7.

Le tergite abdominal 4 porte trois rangées de soies. L'antérieure avec 4 + 4 soies (a_3 manquantes) ; la moyenne avec 3 + 3 soies (m_2 et m_3 manquantes), mais chez 40 % des cas une m_4 ou une m_5 sont manquantes ; enfin, la rangée postérieure, complète, avec

5 + 5 soies : des macrochètes en p_1 et p_4, des microchètes en p_2 et p_3 (cette espèce se range donc bien dans la lignée B), des soies « sensorielles » en p_5, prolongées par une macrochète p_6 ; chez 10 % des cas une p_3 est absente.

Les chétotaxies dorsales des tergites abdominaux 5 et 6 sont classiques de ce groupe, donc comparables à celles des deux espèces précédentes.

La chétotaxie de la face ventrale de l'abdomen 5 est réduite, chez les trois premiers stades, à une rangée de 2 + 2 à 5 + 5 soies. Au 3e stade, une petite fissure apparaît parfois à l'emplacement de la fente génitale. Au 4e stade, chez la future femelle le mamelon génital porte de 2 à 6 soies et de 0 à 2 très petites soies ; chez le futur mâle, le mamelon porte 4 à 8 soies et de 2 à 6 petites soies le long de la fente. Au 5e stade, le mamelon femelle porte de 10 à 16 soies et 2 petites soies ; le mamelon mâle en porte de 6 à 16 et 7 à 13 petites soies. A partir du 6e stade et au-delà, le mamelon femelle porte de 18 à 22 soies et 2 petites et le mamelon mâle de 20 à 30 soies et de 10 à 16 petites environ.

Rappelons aussi que la chétotaxie des deux premiers stades est semblable, sauf pour le prothorax, et inachevée ; elle se complète au troisième stade et est définitive à partir du 4e ou 5e stade, sauf pour le mamelon génital (Thibaud, 1970).

Les chétotaxies de *B. balazuci* et de *B. subterranea* sont donc très proches (lignée B), celle de *B. balazuci* étant cependant plus complète.

4. **Bonetogastrura variabilis** (Christiansen, 1951)

Cette espèce a été trouvée dans le nord de l'Alaska (sol à Umiat, Colville River et P.A. Barrow), au Wisconsin (dans des Sphaignes et dans de la litière ; ces précisions nous ont été communiquées par K. A. Christiansen), tous deux États des USA. Elle fut décrite par Christiansen (1951), qui la plaça alors dans le genre *Schaefferia* (proche de *Schaefferia emucronata* group).

L'examen d'une douzaine de paratypes, aimablement donnés par notre collègue K. A. Christiansen, nous permet de préciser la variabilité des caractères morphologiques de cette espèce.

La longueur (antennes et épines anales non comprises) des adultes (62 % de femelles) varie de 1 000 à 1 600 µm, avec une moyenne de 1 200 µm, longueur moitié moins grande, environ, que celles des trois espèces précédentes (L. tête : de 200 à 300 µm, moyenne : 230 µm ; L. thorax + abdomen : de 800 à 1 300 µm, moyenne : 970 µm). D'après Christiansen, couleur blanc jaunâtre, avec un peu de pigment sur les aires oculaires, et deux taches foncées sur les cornéules.

L'article antennaire IV porte toujours 7 sensilles (2 subapicales externes et 5 dorso-médianes) et l'organe apical exsertile globuleux unilobé. Organe sensoriel III classique. D'après Christiansen, les 2 petits sensilles courbes n'ont pas toujours la même forme.

Organe postantennaire relativement moyen (fig. 2 F) ; sa plus grande longueur varie de 22 à 30 µm (moyenne : 26,5 µm). Il présente le plus souvent 4 tubercules périphériques arrondis (72 %), parfois 3 seulement (28 %). Il y a 56 % d'asymétrie (4 + 3). Cette variabilité donne le nom de l'espèce. Les deux tubercules antérieurs sont souvent allongés transversalement, mais parfois égaux aux deux autres.

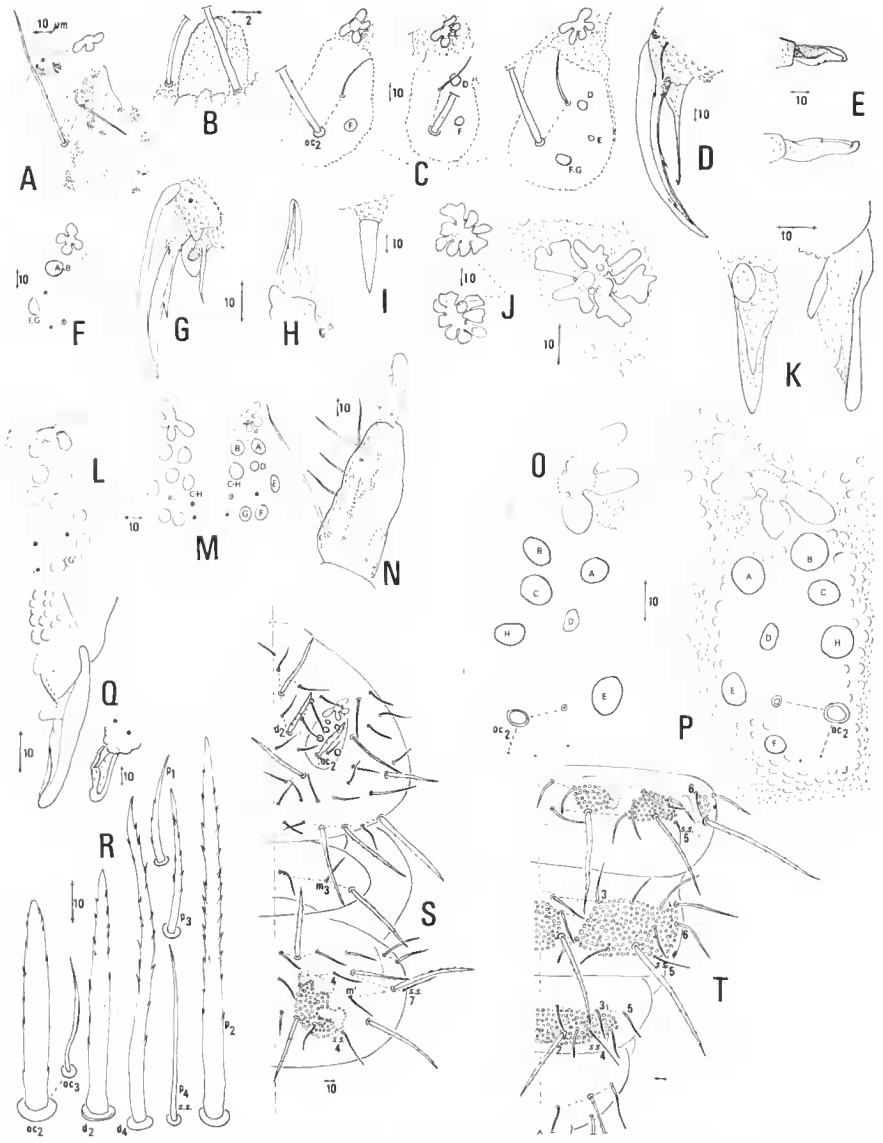


Fig. 2. — A-E : *Bonetogastrura balazuci* : A, aire oculaire droite avec pigmentation résiduelle (O cornéule) ; B, organe apical exsertile trilobé (d'après photo au M.E.B.) ; C, trois aires oculaires droites (avec 1, 2 et 3 cornéules) ; D, prétaxe et griffe III (d'après photos au M.E.B.) ; E, deux mucrons (vues latérales).

F-I : *Bonetogastrura variabilis* : F, aire oculaire gauche (avec 2 cornéules) ; G, prétarse et griffe III ; H, mucron (vue latérale) ; I, épine et papille anales.

J-K : *Typhlogastrura atlantea* : J, trois organes postantennaires, K, deux mucrons (faces postérieure et latérale).

L-N : *Bonetogastrura cavicola* : L, aire oculaire droite (avec 9 cornéules !) ; M, aires oculaires droite et gauche (avec 7 + 7 cornéules) ; N, dens et mucron (vue latérale).

O-T : *Bonetogastrura spelicola* : O, aire oculaire droite (avec 6 cornéules dont la D réduite) ; P, aire oculaire gauche (avec 7 cornéules dont les D et F réduites) ; Q, deux mucrons (faces latérale et postérieure) ; R, soies céphaliques (OC_2 transformée en « épine » et microchète OC_3), « épine » d_2 et macrochète d_4 ; soies thoraciques (microchètes p_1 et p_3, macrochète p_2) et « soie sensorielle » p_4 (S.S.) ; S, chétotaxie dorsale droite de la tête, du pro- et du mésothorax (avec zone de gros grains) ; T, chétotaxie dorsale droite des segments abdominaux 3, 4 et 5 (avec zone de gros grains).

Les cornéules (fig. 2 F) sont le plus souvent au nombre de 2 par aire oculaire (5 % des cas avec seulement 1). Leur diamètre varie de 11 à 15 µm (moyenne : 13 µm) et n'est donc pas réduit, comme c'était le cas chez les deux espèces précédentes. On peut assimiler ces cornéules subsistantes aux cornéules A - B et F - G.

La longueur du tibiotarse III varie, chez l'adulte, de 56 à 73 µm (moyenne : 65 µm). Il porte 18 soies, sans ergot capité. Les griffes (fig. 2 G) présentent une dent interne, située en général à la moitié de leur bord interne et deux dents latérales sub-basales. Elles sont légèrement moins fines que celles des trois espèces précédentes. La longueur de la griffe III varie de 50 à 66 µm (moyenne : 58 µm). Elle est, en moyenne, 0,8 fois plus petite que la dens. L'empodium présente une grosse lamelle basale et un assez court filament apical ne dépassant pas la moitié du bord interne de la griffe (fig. 2 G).

Le rétinacle possède le plus souvent 4 dents par bras (79 %), rarement 5 (14 %) et 2 (7 %). Il y a 14 % d'asymétrie (4 + 2).

La dens mesure de 66 à 80 µm (moyenne : 72 µm) ; elle porte toujours 7 soies. Le mucron est droit et bien développé : il mesure de 25 à 33 µm (moyenne : 29 µm). Dens et mucron sont proportionnellement un peu moins développés que ceux des deux premières espèces. La dens est, en moyenne, 2,5 fois plus longue que le mucron. Celui-ci est droit et effilé : assez fin à l'apex, plus épais à la base (fig. 2 H). La mince lamelle externe est plus haute que l'interne sur la moitié basale. D'après Christiansen, la forme de ces lamelles est variable. Elles vont de la base du mucron au 3/4 apical.

Les 2 épines anales (fig. 2 I), comme chez *T. balazuci*, sont proportionnellement moins longues que celles de *T. mendizabali* et *T. subterranea* : elles mesurent de 35 à 52 µm (moyenne : 42 µm). Elles sont donc, en général, 0,7 fois moins longues que les griffes III. Elles sont portées par 2 papilles anales non confluentes à leur base et mesurant un peu moins d'un tiers de la longueur des épines.

La chétotaxie dorsale est formée de micro- et de macrochètes barbelées et de soies « sensorielles » lisses. Christiansen (1951) la donnait pour très variable. L'examen de la chétotaxie d'une douzaine d'individus nous permet d'apporter les précisions suivantes.

La chétotaxie de la tête est classique des Hypogastruridae. Chez 72 % des cas, le nombre de soies oculaires est complet avec 3 soies ; chez 28 % il n'y en a que deux : une Oc_1, Oc_2 ou Oc_3 étant absente ; $p_1 > p_2$.

Prothorax, classique, avec une rangée de 3 + 3 soies (m_1, m_3 et m_4) ; dans 10 % des cas chacun une m_1 ou une m_3 manque. Ici m_1 est presque égale à m_3.

Les chétotaxies dorsales du méso- et du métathorax sont semblables, mais, sur le métathorax, a_2 est une microchète égale à a_1. Il y a, là encore, classiquement 3 rangées de soies : avec 4 + 4, 2 + 2 ou parfois 3 + 3 soies (10 %) ou 3 + 2 (10 %) selon l'absence ou la présence de m_{3-4} et 5 + 5 soies ; ici encore la migration de p_2 est à peine ébauchée (groupe B).

Les chétotaxies des trois premiers tergites abdominaux sont identiques. Ils présentent chacun seulement deux rangées de soies : l'antérieure avec 3 + 3 soies (a_3 et a_4 ou a_5 manquantes), prolongées par a_6 et parfois par a_7 ; la postérieure complète avec 5 + 5 soies (macrochètes en p_2 et p_4, une soie « sensorielle » en p_5), prolongées par une macrochète p_6. Chez 10 % des cas une p_3 manque (5 + 4), chez 5 % une p_1 manque et chez 5 % une a_4. La soie m_7 est la seule subsistante de la rangée moyenne.

Le tergite abdominal 4 porte trois rangées de soies : 4 + 4 (a_2 manquantes) ; 2 + 2 soies

(m_2, m_3 et m_4 ou m_5 manquantes), mais chez 10 % des cas m_1 et m_4 ou m_5 sont absentes aussi ; et 4 + 4 soies, avec deux macrochètes en p_1 (donc groupe B) et p_4, une soie « sensorielle » en p_5 (p_3 absentes), prolongées par une microchète p_6 ; chez 20 % une p_5 manque (4 + 3), chez 10 % une p_4 (4 + 3) et chez 10 % une p_1 et une p_2 (4 + 2).

Les chétotaxies dorsales des tergites abdominaux 5 et 6 sont classiques du genre.

La chétotaxie de *B. variabilis* est donc très proche de celle de *B. balazuci* et de *B. subterranea*, si ce n'est l'absence de m_5 et de p_3 sur l'abdomen 4.

5. **Typhlogastrura atlantea** (Gisin, 1952)

Cette espèce a été trouvée dans deux grottes du Moyen-Atlas au Maroc : Kef-el-Bouk (aven de 16 m au sud de Bab bou Idir), à 20 km au sud-ouest de Taza et la grotte de « Ikfou oua an » (ou grotte Chara), elle aussi au sud-ouest de Taza. Cette espèce fut décrite par Gisin (1952) d'après deux immatures et un jeune adulte [1]. En mai 1974, avec le concours du Dr P. Strinati, que nous remercions ici, nous sommes descendus dans l'aven-type et y avons trouvé deux jeunes que nous avons gardés en élevage jusqu'à leur état adulte. De plus, le Dr H. J. Gough nous adressa un adulte et un immature trouvés dans la grotte Chara par une expédition spéléologique anglaise en 1972 (coll. Mr C. W. Pugsley). Qu'ils soient, eux aussi, remerciés pour leur active collaboration. Avec ces nouveaux exemplaires nous pouvons compléter la description de Gisin.

La longueur (antennes et épines anales non comprises) des adultes (50 % de femelles) varie de 1 200 à 2 700 µm, avec une moyenne de 1 700 µm (L. tête : de 250 à 400 µm, moyenne : 310 ; L. thorax et abdomen : de 1 000 à 2 300 µm, moyenne : 1 400 µm). La couleur est blanchâtre, sans trace de granulations pigmentaires résiduelles.

L'article antennaire IV porte de 8 à 14 sensilles, dont 2 toujours subapicales externes encadrant le petit sensille globuleux. Il y a souvent une asymétrie de 1 à 2 sensilles. L'organe apical exsertile est trilobé, avec le lobe interne plus long et plus pointu que les deux autres. Organe antennaire III classique.

Organe postantennaire relativement moyen ; sa plus grande longueur varie de 35 à 42 µm (moyenne : 39 µm). Il présente de 5 à 10 tubercules périphériques, souvent 8 ; ceux-ci présentent des digitations secondaires (fig. 2 J). Il n'y a pas de cornéules sur les aires oculaires, ni de taches pigmentaires oculaires.

La longueur du tibiotarse III, chez l'adulte, varie de 80 à 120 µm (moyenne : 102 µm). Il porte 18 soies. Les griffes présentent une dent interne située, en général, vers la moitié de leur bord interne. Elles portent aussi 2 dents latérales sub-basales et 2 dents latérales subapicales. Les griffes, fines, sont légèrement plus courtes que les tibiotarses. La griffe III mesure (côté dorsal) de 60 à 120 µm (moyenne : 92 µm). Elle est 0,9 fois plus petite que la dens. L'empodium présente une petite lamelle basale ; son filament atteint environ les 3/5e du côté ventral de la griffe (0,6).

Le rétinacle porte le plus souvent 4 dents par bras (70 %), parfois 5 (30 %). Il y a 20 % de cas d'asymétrie (4 + 5). Tube ventral avec 4 + 4 soies.

1. Nous remercions ici notre collègue B. Hauser de nous avoir donné la possibilité d'examiner les types lors d'une visite au Muséum de Genève.

La dens, assez bien développée (de 80 à 120 µm ; moyenne : 103 µm), porte en général 8 soies (70 %), parfois seulement 7 (30 %). Il y a des asymétries (8 + 7 : 20 %). Le mueron, assez bien développé, mesure de 28 à 42 µm (moyenne : 36 µm). La dens est donc 2,9 fois, en moyenne, plus longue que le mueron. Ce dernier est droit, à apex arrondi et à corps mueronal renflé (fig. 2 K). Il porte 2 lamelles petites et droites ; la lamelle externe va en diminuant jusqu'au deuxième tiers du mueron où elle disparaît ; elle est cachée vers la base par le corps mueronal renflé.

Les 2 épines anales sont bien développées : elles mesurent de 60 à 80 µm (moyenne : 70 µm). Elles sont donc, en général, 0,8 fois plus courtes que les griffes III. Elles sont portées par 2 papilles anales bien développées (un tiers à un quart de la longueur des épines), non confluentes à leur base.

La chétotaxie dorsale est constituée par trois sortes de soies : des microchètes, des macrochètes longues, épaisses, crénelées, et des soies « sensorielles » lisses, fines et allongées. Chétotaxie de la tête classique du genre. Notons que Oe_2 est présente, seule, sur 70 % des aires oculaires, avec Oe_3 sur 15 % et que 15 % n'ont aucune soie.

Chétotaxie du thorax très proche de celle de *T. mendizabali*. Notons cependant l'absence chez *T. atlantea* de a_4 ou a_5, des macrochètes m_4 chez 80 % des individus, que sur le métathorax les a_3 sont parfois absentes (60 %), ainsi que une a_2 (20 % des cas) ou une p_3 (20 % des cas), que sur le mésothorax m_3 ou m_5 sont présentes chez 20 % des individus.

Les chétotaxies des trois premiers segments abdominaux sont elles aussi identiques à celle de *T. mendizabali* ; il en est de même pour les segments 4, 5 et 6. Notons parfois cependant la présence chez *T. atlantea* de a_3 sur le segment 4 (50 % des cas) et l'absence de m_5 (80 % des cas).

Cette espèce rentre dans la lignée A (sur abd. 4 : p_1 microchète et p_2 macrochète), comme *T. mendizabali* dont la chétotaxie est pratiquement semblable.

6. **Bonetogastrura cavicola** (Börner, 1901)

Cette espèce a été trouvée dans de nombreuses grottes d'Europe : en Allemagne, en Roumanie, en Bulgarie, en Suisse, en Yougoslavie, en Autriche, en Italie, en Pologne, en Tchécoslovaquie, en Afghanistan, en Russie. Dans des galeries de mines en Allemagne (Siebengebirges), en France (Haute-Saône). Elle a été trouvée, plus rarement, dans le sol : en Yougoslavie par Rémy (citadelle en ruine de Sjenica à 1 000 m d'altitude : 1 ex.) et dans les Alpes autrichiennes (de 1900 à 2 500 m par Kseneman, 1938, et Franz, 1950 et 1954).

Elle fut décrite, d'une grotte de Westphalie (Allemagne), par Börner (1901) sous le nom d'*Achorutes cavicolus*, proche de *Ceratophysella armata*, de qui elle différait par l'absence de « sac éversible » entre le 3e et le 4e article antennaire, par un mueron un peu plus court avec un lobe plus bas sur la lamelle latérale externe, par des soies corporelles et des épines anales plus longues et par une pigmentation plus claire et répartie en taches. Börner la considérait comme une *armata* adaptée à la vie cavernicole. En 1922, Ionesco la trouvait dans une grotte des Carpathes méridionales en Roumanie. Ses exemplaires différaient cependant de ceux de Börner par la forme de leur mueron : « la lamelle externe a le bord presque ovale, et elle ne se prolonge pas par une dent aplatie, comme c'est le cas habituel chez l'*H. armata* » ; de plus, les papilles anales ne se touchaient pas à leur base, les soies

corporelles étaient environ deux fois plus longues que les segments, le corps et les yeux étaient dépigmentés et leur longueur totale était seulement de 0,94 mm. Sur la base de ces différences Bonet, en 1930, crée pour les exemplaires roumains une nouvelle espèce : *H. jonescoi* que Gisin, en 1960, placera dans les *species dubiae*.

Denis, en 1935, étudia d'une façon approfondie 35 exemplaires parmi 70 trouvés par Rémy dans la grotte de Tubica peeina (Serbie) en Yougoslavie. C'est la première étude « de la variation à l'intérieur du linnéon *cavicola* ». Il trouve quatre exemplaires sur 70 presque noirs ; les autres plus clairs avec le pigment résiduel réparti en taches. Toujours 8 + 8 cornéules et 3 soies oculaires. Organe postantennaire avec toujours 4 tubercules. Chez les adultes, de 5 à 9 sensilles sur l'article antennaire IV. Rétinacle avec 4 dents, rarement 5 (5,9 %). Dens avec 7 soies, parfois seulement 6 (15,3 %).

En 1949, Stach donne une diagnose complète basée sur des exemplaires de grottes de Hongrie, Autriche et Allemagne, avec : 6 sensilles à l'article antennaire IV, organe postantennaire avec 4 tubercules périphériques, toujours 8 + 8 cornéules, dens avec 7 soies (anormalement 8), dont la basale-externe aussi longue que la dens, rétinacle avec 3 dents. Pour Stach c'est une espèce troglobie, non encore trouvée hors des grottes, et qui y vit depuis relativement peu de temps et est donc peu modifiée.

Strebel, en 1959, signale une variabilité du nombre de cornéules dans une population d'une mine des « Siebengebirges » (Allemagne) : le plus souvent 5 + 5 cornéules, parfois 4 + 4, 5 + 4, 6 + 5, 6 + 6 et 7 + 6.

Gisin, en 1960, place *cavicola* dans le sous-genre *Ceratophysella*, avec pour caractéristiques principales : une macrochète proximale à la dens deux fois plus large et deux fois plus longue que les soies dentales médianes, un rétinacle avec 3 + 3 dents et peu de pigment.

Stach, en 1960, signale la présence de *cavicola* dans une grotte d'Afghanistan. Les 20 exemplaires présentent un rétinacle avec 4 dents sur chaque rame.

Gisin, en 1962, réétudie les types de Börner et découvre qu'en réalité les rétinacles portent bien 4 + 4 dents et non 3 + 3 comme le décrivent Börner et Stach. Gisin signale aussi une légère variabilité dans le nombre de cornéules, dans des populations de deux grottes des Alpes autrichiennes (Wilbelminenhöle près de Lunz, et Katerloch près de Weiz) : la plupart ont 8 + 8 cornéules, mais 10 % en ont seulement 8 + 7 ou 7 + 6, rarement 7 + 7. Il considère *cavicola* comme une forme « intermédiaire ». A cause de sa dépigmentation, commune à presque tous les *Shaefferia* (*Typhlogastrura* inclus), de son écologie (forme troglobie), Gisin pense que c'est dans le genre *Schaefferia* (s.g. *Typhlogastrura*) que le *cavicola* a sa place naturelle. Pour cela, il modifie la définition du genre, en ce sens qu'il peut se trouver 8 + 8 yeux, mais seulement chez *une* espèce dépigmentée, cavernicole, le « *cavicola* ».

Strebel, en 1963 et 1965, étudie la variabilité des cornéules chez des populations de *H. cavicola* de plusieurs galeries de la mine de l'Ofenkaule (Siebengebirges). Le nombre de cornéules varie en effet de 8 + 8 à 3 + 2, avec le plus souvent : 5 + 5 (37 %), 4 + 4 (17,5 %), 5 + 4 (11 %), 6 + 5 (8 %), 6 + 6 (6,5 %). Avec 30,7 % de cas d'asymétrie. Ce qui fait par aire oculaire : 8 chez 2,9 %, 7 chez 5,5 %, 6 chez 12 %, 5 chez 49,3 %, 4 chez 25,5 %, 3 chez 4,4 %, 2 chez 0,4 %. Il y a aussi une variabilité dans le diamètre et la position des cornéules résiduelles.

Nous avons étudié la variabilité de *cavicola* grâce à l'obligeance de nos collègues,

Mlle C. Dottorini, MM. H. Gisin, K. Hauser et H. Plachter, qui nous ont légué différentes populations d'une vingtaine d'individus chacune. Qu'ils en soient ici remerciés à nouveau. Ces populations proviennent des grottes de Monte Cucco (Italie), de Wilhemineu (Autriche) et de Buchner (Krottenhof, Allemagne).

La longueur des adultes (60 % de femelles) varie de 1 100 à 2 400 µm, avec une moyenne de 1 500 µm (L. tête : de 200 à 400 µm, moyenne : 260 µm ; L. thorax + abdomen : de 900 à 2 000 µm, moyenne : 1 250 µm). Signalons que les exemplaires de la population de la grotte de Monte Cucco sont les plus grands (L. moyenne : 1 750 µm). Ceci est bien sûr valable aussi pour les autres mesures des divers organes. Les animaux sont jaune clair avec de nombreuses taches de pigment résiduel brun-violet clair. Les deux aires oculaires sont pigmentées en noir ; elles sont un peu plus claires vers l'arrière. La pigmentation est proche de celle de *T. topali*. Rappelons que Denis (1935) trouva 4 individus sur 70 presque noirs (Yougoslavie).

L'article antennaire IV porte de 6 à 9 sensilles : 6 chez 30 %, 7 chez 63 %, 8 chez 5,5 % et 9 chez 1,5 %. Les auteurs précédents ne signalaient que 6 sensilles. Il y a assez souvent (30 %) des asymétries d'une sensille entre les articles antennaires IV droit et gauche. L'organe apical exsertile est trilobé chez 19 % des cas, bilobé chez 24 % et unilobé chez 57 %, dont 16 % avec un « téton » à l'apex. Proéminence cylindrique apicale avec une soie classique de la famille, tout comme l'article antennaire III.

C'est la plus grande longueur de l'organe postantennaire qui est la plus variable selon les populations : de 26 à 38 (moyenne : 32) pour celles de Wilheminenhöhle et de Buchnerhöhle, et de 38 à 60 (moyenne : 47 µm) pour celle de Monte Cucco. L'organe postantennaire (fig. 2 L et M) présente la plupart du temps 4 tubercules périphériques (95 %), parfois 5 (5 %), de forme régulière, les deux antérieurs plus grands que les deux ou trois postérieurs. Il y a 10 % d'asymétrie (5 + 4). Signalons que trois exemplaires de la grotte de Monte Cucco présentaient un organe postantennaire de même forme que chez *Ceratophysella hystrix* (Handschin, 1924), les deux tubercules postérieurs entourant plus ou moins le tubercule « accessoire » (fig. 2 L).

La population de la grotte d'Italie présente toujours 8 + 8 cornéules. Signalons cependant un individu avec 9 cornéules à droite, la cornéule G étant dédoublée (fig. 2 L). Les deux populations des deux grottes d'Autriche et d'Allemagne présentent 8 + 8 cornéules dans 70 % des cas, 8 + 7 dans 22,5 % et 7 + 7 dans 7,5 % (fig. 2 M). Ce qui fait 8 cornéules par aire oculaire chez 81,25 % et 7 chez 18,75 %. Par « fusion » de C et H dans 67 % des cas (fig. 2 M) et de F et G dans 33 % des cas. Chez 2 % des cornéules (C, D, (fig. 2 M droite), F, G et H) le diamètre est réduit de moitié environ (6 µm). Le diamètre des cornéules varie de 8 à 14 µm (moyenne : 12 µm). Rappelons enfin la grande variabilité dans les populations des différentes galeries de l'Ofenkaule (Siebengebirges en Allemagne) étudiées par Gisin et Strebel (de 8 + 8 à 3 + 2). Chez cette espèce, cette large variabilité n'est connue que pour ce cas.

La longueur du tibiotarse III est comprise entre 61 et 120 µm (moyenne : 82 µm). Il porte 18 soies, rarement 17 (1 %). Il n'y a pas d'ergot capité. Les griffes présentent une dent interne, située en général vers la moitié de leur bord interne. Elles portent aussi 4 dents latérales : 2 sub-basales et 2 subapicales. Les griffes sont allongées, mais mesurent cependant toujours moins que les tibiotarses (L. : de 52 à 110 µm ; moyenne : 75 µm). Elles sont un peu moins fines et élancées que celles des autres espèces de ces deux genres ; elles sont proches

de celles de *T. topali*. La griffe III est, en moyenne, 1,1 fois plus grande que la dens. L'empodium présente une assez grosse lamelle basale ; son filament apical atteint en général la moitié du bord ventral de la griffe.

Le rétinacle porte le plus souvent 4 dents par bras (94 %), et rarement 5 ou 3 (2 % chacun). Il y a 7,5 % de cas d'asymétrie (5 + 4 et 4 + 3).

La dens (fig. 2 N), de longueur comprise entre 52 et 104 µm (moyenne : 73 µm), porte le plus souvent 7 soies (95 %), parfois 6 (5 %). Il y a 10 % d'asymétrie (7 + 6). Signalons que Stach (1949) indique que parfois « anormalement » la dens porte 8 soies. Rappelons que la macrochète proximale de la dens est, d'après Gisin (1960), deux fois plus large et deux fois plus longue que les soies médianes. Dans nos mesures nous trouvons pour le rapport macrochète basale/microchète basale de 1,8 à 2,9 (moyenne : 2,3). D'après Stach (1949), la macrochète basale est presque aussi longue que la dens. Dans nos mesures nous trouvons que la longueur de la macrochète basale est de 0,7 à 0,9 fois (moyenne : 0,8) celle de la dens. Le mucron (fig. 2 N) bien développé, droit, à l'apex arrondi est de type *armata* ; sa longueur est comprise entre 20 et 48 µm (moyenne : 33 µm). La dens est donc, en moyenne, 2,2 fois plus longue que le mucron. Signalons que Denis (1935) donnait ce rapport pour très variable (allant de 1,85 à 3,65 ; en moyenne : 2,6) ; Stach le donnait de 2,2 à 2,6.

Les 2 épines anales sont assez longues et fines. Leur longueur est comprise entre 60 et 120 µm (moyenne : 84 µm). Elles sont donc, en général, 1,1 fois plus longues que les griffes III (côté dorsal). Elles sont portées par deux papilles anales non confluentes à leur base et mesurant un peu plus du tiers de la longueur des épines.

La chétotaxie dorsale est formée de trois sortes de soies : micro- et macrochètes barbelées et soies « sensorielles » lisses et effilées.

La chétotaxie de la tête est classique des Hypogastruridae. Rarement (5 % chacun) une sd_1, une d_2, une p_4 manquent. La plupart du temps, les 3 soies oculaires sont présentes. Dans 2 % des cas une Oc_1 manque, dans 5 % des cas c'est une Oc_3 qui manque.

Le prothorax est classique avec 3 + 3 soies chez 80 % des individus, 3 + 2 chez 10 % (une m_1 ou une m_3 manquant), 2 + 2 chez 8 % (les 2 m_1 absentes ou une m_1 et une m_3) et 3 + 1 chez 2 % (sans m_3, ni m_4). Classiques aussi sont les chétotaxies des méso- et métathorax : elles sont très proches de celles de *B. balazuci*. Rarement (2 % des cas chacun) une a_2, ou une p_2, ou une p_3, ou une p_4 manquent. Signalons, chez 5 % des cas, la présence d'une soie m_2 à droite ou à gauche. La rangée moyenne est plus complète que chez *B. balazuci* par la présence de m_4 et m_5 et d'une soie m'_4 située entre et en arrière des précédentes.

Les chétotaxies des trois premiers tergites abdominaux sont identiques avec chacun 2 rangs de 5 + 5 soies. Notons que dans 10 % des cas une a_3 manque, dans 10 % les deux a_3 manquent. Notons aussi qu'une p_1, ou une p_2, ou une p_3 sont absentes chez 5 % des individus.

Tergite abdominal 4 avec 3 rangs de soies. L'antérieur avec 4 + 4 (a_3 ou a_4 manquantes) ; la moyenne avec 3 + 3 (m_2 et m_3 manquantes) ; la rangée postérieure le plus souvent complète (60 %) avec 5 + 5 soies (macrochètes en p_1, donc groupe B, et p_6, soie « sensorielle » en p_5), parfois (20 %) une p_3 manque (5 + 4), parfois (20 %) les deux p_3 manquent (4 + 4). Notons aussi que chez 5 % des individus, une p_1 manque et chez 3 % une p_2.

Chétotaxies des tergites abdominaux 5 et 6 classiques.

La chétotaxie dorsale de *B. cavicola* est donc très proche, quoique un peu plus complète, de celle de *B. balazuci*. Elle est très proche aussi de celle de *C. armata* (cf. Massoud et Thibaud, 1973). Elle fait partie du groupe B.

7. **Bonetogastrura spelicola** (Gisin, 1964)

Cette espèce a été trouvée dans la grotte de Wendellucke, près de Kleinzell en Basse Autriche, en une centaine d'exemplaires. Elle a été décrite par Gisin (1964), dans le sous-genre *Typhlogastrura*.

L'examen d'une cinquantaine de paratypes, aimablement prêtés par Gisin, nous permet de préciser la variabilité des caractères morphologiques de cette espèce.

La longueur des adultes (57 % de femelles) varie de 1 200 à 2 400 µm, avec une moyenne de 1 900 µm (L. tête : de 240 à 360 µm, moy. : 310 µm ; L. thorax + abdomen : de 960 à 2 040 µm, moy. : 1 590 µm). D'après Gisin, corps blanc sans pigment, avec les aires oculaires montrant parfois une trace de pigment bleu.

Cette espèce se caractérise par la présence d'aires tégumentaires à gros grains cutanés sur les tergites thoraciques II et III et abdominaux 1 à 5 (fig. 2 S et T).

L'article antennaire IV porte toujours 7 sensilles (avec classiquement : 2 subapicales externes, 2 dorsales, 2 dorso-internes et 1 dorsale, au-dessus de la sensille de garde latérale interne de l'organe antennaire III). L'organe apical exsertile présente souvent un début de subdivision. Organe antennaire III classique.

Organe postantennaire relativement moyen ; sa plus grande longueur varie de 37 à 51 µm (moyenne : 43 µm). Il présente toujours 4 tubercules (fig. 2 O et P) ; les 2 antérieurs plus allongés et dans le prolongement l'un de l'autre, les 2 postérieurs plus petits et perpendiculaires aux précédents.

D'après Gisin, on trouve parfois 4 à 5 cornéules plus ou moins petites, mais généralement, il en reste moins. En fait, la variabilité est très forte, puisque dans cette population le nombre de cornéules par aire oculaire varie de 1 à 7 ! Certaines cornéules résiduelles, les postérieures en général, ont un diamètre plus réduit et sont moins bombées que les cornéules antérieures ; elles sont de ce fait moins visibles (phot. 9 et fig. 2 O et P). De plus, elles sont parfois cachées par la présence d'un grain tégumentaire placé en leur centre. En tenant compte de toutes les cornéules, réduites ou non, nous trouvons 7 cornéules chez 26 % des aires oculaires, 6 chez 38 %, 5 chez 20 %, 4 chez 10 %, 3 chez 4 % et 2 ou 1 chez 1 % chacune. Les asymétries sont nombreuses (chez 56 % des individus). Par individu nous avons trouvé : 7 + 7 cornéules chez 16 % ; 6 + 7 chez 18 % (fig. 2 O et P) ; 6 + 6 chez 18 % ; 6 + 5 chez 12 % ; 6 + 4 chez 8 % ; 5 + 5 chez 10 % ; 5 + 4 chez 8 %, 4 + 3 chez 4 % et 6 + 3, 1 + 7, 3 + 2 chez 2 % chacun. A titre indicatif, voici les pourcentages du nombre de cornéules non réduites : 7 chez 19 % ; 6 chez 32 % ; 5 chez 23 % ; 4 chez 8 % ; 3 chez 11 % ; 2 chez 6 % et 1 chez 1 %. Pour les cornéules bien visibles, bombées, en général les antérieures, le diamètre n'est que légèrement réduit : il varie de 9 à 12 µm (moyenne : 10 µm). Pour les cornéules moins visibles, moins bombées, le diamètre est réduit de moitié environ : il varie ainsi de 4 à 6 µm (moyenne : 5 µm).

Les cornéules qui subsistent le plus souvent sont les cornéules A, B et C : elles sont présentes sur 80 à 90 % des aires oculaires (dans 1 à 5 % des cas elles sont alors réduites).

Les cornéules D, E et F ou G sont présentes sur 70 % des aires oculaires (dans 15 à 20 % des cas elles sont alors réduites) ; enfin, la cornéule H est présente sur 50 % des aires oculaires.

La longueur du tibiotarse III chez l'adulte varie de 84 à 120 µm (moyenne : 106 µm). Il porte 18 soies ; il n'y a pas d'ergot capité. Les griffes présentent une dent interne, située en général vers la moitié de leur bord interne et 4 dents latérales : 2 sub-basales et 2 sub-apicales (L. : 5 µm environ). Notons aussi la présence d'une « couronne » de très petites dents (L. : 2 µm environ) sub-basales (phot. 10). Les griffes sont fines et allongées ; elles sont égales ou légèrement plus longues que le tibiotarse, comme chez *T. mendizabali*. La griffe III mesure (côté dorsal) de 86 à 124 µm (moyenne : 108 µm). Elle est 1,15 fois plus longue que la dens. Notons qu'assez souvent l'apex de la griffe est échancré. L'empodium présente une lamelle basale assez étroite ; son filament apical atteint environ la moitié du côté ventral de la griffe (0,4), donc la dent interne.

Le rétinacle possède le plus souvent 4 dents par bras (88 %), parfois 5 (12 %). Il y a 20 % d'asymétrie (5 + 4) sur le nombre de dents portées par chacun des 2 bras du rétinacle.

La dens est proportionnellement un peu moins longue que chez les espèces précédentes ; elle mesure de 70 à 116 µm (moyenne : 93,5 µm). Elle porte toujours 7 soies. Le mucron est proportionnellement légèrement plus court que chez les deux premières espèces : il mesure de 35 à 60 µm (moyenne : 49 µm). La dens est donc en moyenne 1,9 fois plus longue que le mucron. Ce dernier, droit à l'apex arrondi, porte toujours 2 lamelles de sa base à son apex. Il présente en outre, vers son milieu, un éperon sur sa face postérieure (fig. 2 Q).

Les 2 épines anales, longues et fines, souvent recourbées, mesurent de 86 à 145 µm (moyenne : 121 µm). Elles sont donc, en général, comme chez *B. subterranea*, 1,1 fois plus longues que les griffes III. Elles sont portées par 2 papilles anales non confluentes à leur base et mesurant entre les 2/5e et le 1/3 de la longueur des épines.

La chétotaxie dorsale (fig. 2 S et T) est formée de micro- et de macrochètes barbelées et de soies « sensorielles » lisses et effilées. De plus, certaines macrochètes de la tête sont transformées en « épines » plus larges et toujours barbelées (fig. 2 R).

La chétotaxie de la tête est classique des Hypogastruridae. Chez cette espèce, les macrochètes d_2 et Oc_2 (fig. 2 R et S) sont épaissies et raccourcies par rapport aux macrochètes ; elles sont transformées en « épines » légèrement barbelées. La seule variation notable se situe sur l'aire oculaire : les 2 microchètes Oc_1 sont absentes chez 20 % des individus et manquent unilatéralement, à droite ou à gauche, chez 18 % des cas. La microchète Oc_3 et l'épine Oc_2 manquent unilatéralement chez 3 % des individus. Chez 2 % des exemplaires une macrochète manquait d'un côté, et chez 2 % aussi une microchète était en p_3. Chez 3 % une p_1 manquait.

Prothorax (fig. 2 S), classique, avec une rangée de 3 + 3 soies avec une macrochète en m_4. Signalons qu'un exemplaire n'avait ni m_3, ni m_4 à droite et pas de m_1 à gauche.

Les chétotaxies dorsales du méso- et du métathorax sont semblables (fig. 2 S), avec classiquement trois rangées de, respectivement, 4 + 4, 3 + 3 et 5 + 5 soies. Présence de macrochètes en a_2 (seulement sur le mésothorax), m_5, m_6, p_2 et p_5. Soies « sensorielles » en m_7 et p_4. Les soies m_2, m_3 (ou m_4) manquent. Les soies paratergales sont a_5 et a_6, m_6 et m_7. La macrochète p_2 est bien alignée dans la rangée postérieure (groupe B). Un individu présentait sur son métathorax, en p_3, à droite et à gauche, une soie plus forte, égale à la

moitié de p_2. Signalons aussi la présence d'une soie surnuméraire m'_4 ou m_5 au-dessous des soies m_4 ou m_5. Notons la présence sur le méso- et le métathorax de 2 zones paires à gros grains tégumentaires, situées entre les soies m_1, m_4, et p_2, p_4.

Les chétotaxies des trois premiers tergites abdominaux sont identiques. Ils présentent chacun deux rangs de soies (fig. 2 T) : comme chez *B. subterranea*. Un individu n'avait ni a_1, ni a_2 à gauche et pas de a_2 à droite. Signalons la présence sur ces tergites abdominaux 1, 2 et 3 de trois zones paires à gros grains situées entre les soies a_2 et p_2, entre a_3, a_4, a_5 et p_3, p_4, p_5 et entre a_6 et p_6 (fig. 2 T).

Le tergite abdominal 4 porte trois rangées de soies (fig. 2 T). L'antérieure avec 4 + 4 microchètes (a_2 absente) est prolongée par la microchète a_6. La rangée moyenne avec 3 + 3 ou 2 + 2 microchètes (m_2, m_3 absentes, parfois aussi m_4) est prolongée par la microchète m_6. La rangée postérieure est complète avec 5 + 5 soies (macrochètes en p_1 et p_4 ; soies « sensorielles » en p_5). Cette espèce est donc bien de la lignée B. Nous avons trouvé un exemplaire dont la macrochète p_1 était transformée à gauche en microchète ; de plus, cet exemplaire n'avait pas m_1 à gauche. Nous avons aussi trouvé 2 individus sans p_3 à droite. Notons la présence de 3 zones à gros grains sur ce tergite : une zone médiane entre les soies a_1, a_1, m_1, p_1, p_1 et m_1 ; 2 zones paires entre les soies a_3, a_6, m_6, p_5 et p_2 (fig. 2 T).

Le tergite abdominal 5 est classique (fig. 2 T) : 2 + 2 et 3 + 3 soies (avec macrochètes en p_2 et soies « sensorielles » en p_4 ; p_1 absente). Chez 15 % des individus les deux p_3 manquaient, chez 12 % une seule p_3 manquait. Sur un exemplaire il n'y avait pas de macrochète p_2 à droite ; chez un autre, p_2 était à gauche une microchète. Notons que le tergite 5 est couvert de gros grains dans la zone portant les soies (fig. 2 T).

Le tergite abdominal 6 est classique. La chétotaxie de cette espèce est donc proche de celle de *B. subterranea* et de *B. cavicola*.

Cette espèce est proche de *B. cavicola* ; elle en diffère par ses macrochètes spiniformes sur la tête, par ses aires à gros grains cutanés et par le nombre et la taille des cornéules.

8. **Typhlogastrura breuili** Thibaud, 1967

Cette espèce a été trouvée par H. Breuil à qui nous l'avons dédiée. Elle avait été récoltée, en deux exemplaires (1 ♂ et 1 ♀), en 1918, dans la « Cueva del Peñon grande », située à 900 m d'altitude, au pied du Peñon grande (Grazalema, Province de Cadiz, Espagne). Nous avons décrit cette espèce en 1967. Lors d'une mission en Espagne du Sud, en 1972, j'ai pu en retrouver, dans la même station (sur des flaques d'eau), une dizaine d'exemplaires (dont 8 adultes), ce qui me permet aujourd'hui d'en préciser la variabilité.

La longueur des adultes (50 % de femelles) varie de 1 250 à 2 300 µm, avec une moyenne de 1 760 µm (L. tête : de 250 à 400 µm, moyenne : 310 µm ; L. thorax + abdomen : de 1 000 à 1 900 µm, moyenne : 1 450 µm). Ces mensurations sont proches de celles de *T. spelicola*. L'animal est blanchâtre, avec quelques granulations pigmentaires résiduelles sur la face dorsale, légèrement plus concentrées sur les aires oculaires.

L'article antennaire IV porte 9 sensilles, dont 2 toujours subapicales externes encadrant la petite sensille logée dans une fossette tégumentaire, 5 dorso-médianes et 2 dorsales internes. La vésicule apicale exsertile est trilobée avec 2 lobes arrondis et 1 lobe plus allongé ; elle présente un tégument finement granulé (fig. 3 A). Proéminence cylindrique apicale,

avec longue soie, classique de la famille. Classique aussi des Hypogastruridae, l'organe antennaire III.

Organe postantennaire, relativement, moyen : sa plus grande longueur varie de 28 à 42 µm (moyenne : 35 µm). Il présente souvent 6 tubercules périphériques (54,3 %), de forme allongée et arrondie, avec souvent des diverticules secondaires renflés (fig. 3 B et C), parfois seulement 5 (33,2 %) et plus rarement 7 (12,5 %). Il y a 75 % de cas d'asymétrie (surtout 6 + 5 : 50 % du total, 5 + 7 : 16,7 %, et 6 + 7 : 8,3 %).

Il y a 2 (58 %) ou 3 (42 %) cornéules par aire oculaire ; avec 33 % d'asymétrie (3 + 2). Ces 2 ou 3 cornéules résiduelles ont la particularité d'être le plus souvent situées à la limite de l'aire oculaire (fig. 3 C et phot. 11) ; on peut les assimiler aux cornéules A, E et F - G. Elles sont parfois assez plates (phot. 12) parfois plus bombées. Leur diamètre n'est que légèrement réduit puisqu'il varie de 10 à 13 µm (moyenne : 11,2 µm).

La longueur du tibiotarse III varie chez l'adulte de 90 à 140 µm (moyenne : 119 µm). Il porte en général 18 soies ; rarement 16 ou 17. Il n'y a pas d'ergot capité. Les griffes présentent une dent interne, située en général vers la moitié de leur bord interne, parfois légèrement plus vers l'apex. Elles possèdent aussi 2 petites dents latérales sub-basales et 2 petites dents latérales subapicales, plus difficilement visibles. Ces griffes sont fines et très allongées. Ainsi, la griffe III mesure (côté dorsal) de 88 à 130 µm (moyenne : 107 µm). Elle est 0,9 fois plus petite que la dens. L'empodium présente une petite lamelle basale ovale, avec une ornementation chitinisée externe ; son large filament apical est assez long ; il atteint environ les 3/5e du côté ventral de la griffe (0,7).

Le rétinacle possède le plus souvent 4 dents par bras (96 %) ; rarement 5 (4 %). Il y a 8 % de cas d'asymétrie (4 + 5).

La dens (fig. 3 D), relativement bien développée (de 98 à 150 µm ; moyenne : 118 µm), porte toujours 7 soies. Le mucron est relativement plus réduit ; il mesure de 30 à 56 µm (moyenne : 44 µm). La dens est donc 2,8 fois, en moyenne, plus longue que le mucron. Ce dernier, bien séparé de la dens, est droit et a l'apex arrondi (fig. 3 D et E), il porte 2 lamelles, l'une interne assez large, l'autre externe plus étroite. La première va du quart antérieur du mucron à son apex, la seconde court tout au long du mucron. Le corps mucronal présente une crête postérieure renflée (fig. 3 E).

Les 2 épines anales sont bien développées ; elles mesurent de 65 à 105 µm (moyenne : 87 µm). Elles sont donc, en général, 0,8 fois plus courtes que les griffes III. Elles sont portées par 2 papilles anales bien développées (un tiers à un quart de la longueur des épines), non confluentes à leur base.

La chétotaxie dorsale est formée ici encore de trois sortes de soies : des micro- et des macrochètes crénelées et des soies « sensorielles » lisses, fines et allongées.

La chétotaxie de la tête est caractéristique de la famille des Hypogastruridae. A noter cependant l'absence de la soie Oc_1 sur l'aire oculaire.

Le prothorax est lui aussi classique avec une rangée de 3 + 3 soies. Signalons qu'un exemplaire avait une soie supplémentaire à gauche : la soie m_2 (: 3 + 4), et qu'un autre n'avait pas de m_3 à droite (: 2 + 3). Notons aussi que la soie m_1 est plus longue et plus épaisse que la soie m_3.

Les chétotaxies dorsales du méso- et du métathorax sont semblables et classiques. Il y a 3 rangées avec, respectivement, 3 + 3 ou 4 + 4, 2 + 2 et 5 + 5 soies se prolongeant latéralement, pour les deux premières, par 2 soies paratergales : a_5 et a_6, m_6 (macrochète)

et m_7 (soie « sensorielle »). Présence de macrochètes en m_4, p_2 (qui a migré vers l'avant, donc groupe A, ce qui en 1967 nous l'avait fait confondre avec une m_2 et nous avait fait considérer que la soie « sensorielle » était en p_3), p_3 et p_5 ; soie « sensorielle » en p_4. Les soies a_3 sont toujours absentes sur le métathorax (: 3 + 3) ; sur le mésothorax, elles sont présentes toutes les deux chez 10 % des individus (: 4 + 4), une seule est présente chez 80 % (: 3 + 4).

Les chétotaxies des trois premiers tergites abdominaux sont semblables, avec chacune seulement 2 rangées de soies : l'antérieure avec 4 + 4 soies en général (a_3 manquantes) ; signalons que, cependant, une des deux a_3 est présente chez 10 % des individus. La rangée postérieure présente elle 5 + 5 soies avec des macrochètes en p_2 et p_4 et 2 soies « sensorielles » en p_5 (les soies p_3 étant absentes) ; précisons que chez 10 % des cas, une des deux p_3

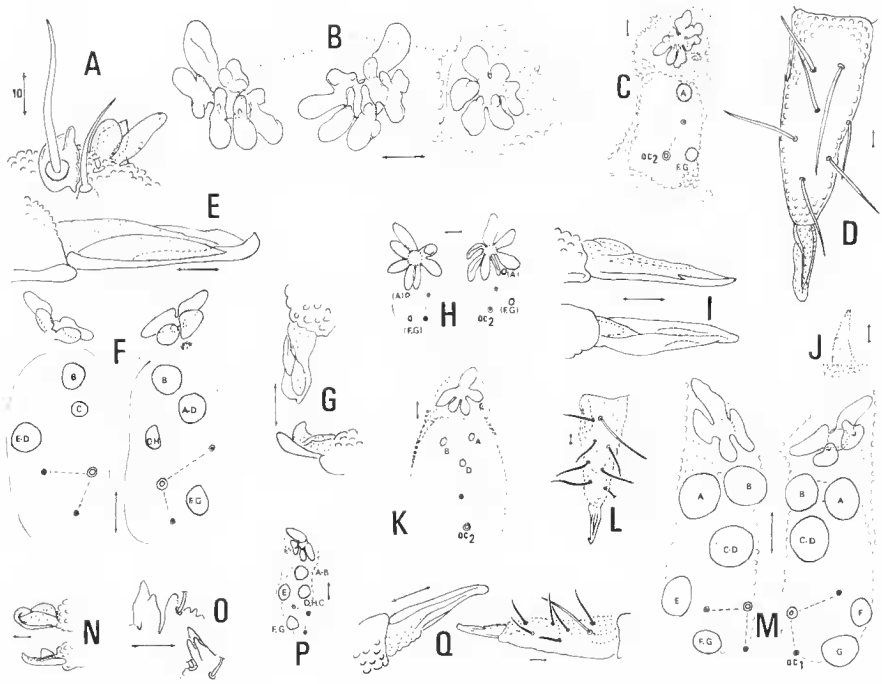


Fig. 3. — A-E : *Typhlogastrura breuili* : A, apex de l'article antennaire IV ; B, trois organes postantennaires ; C, aire oculaire droite (avec 2 cornéules) ; D, dens et mucron (face postérieure) ; E, mucron (vue latérale).

F-G : *Typhlogastrura topali* : F, aires oculaires droite et gauche (avec 4 + 3 cornéules) ; G, deux mucrons (faces postérieure et latérale).

H-J : *Bonetogastrura delhezi* : H, aires oculaires droite et gauche (avec 2 + 2 cornéules résiduelles) ; I, deux mucrons (faces latérale et antérieure) ; J, languette abdominale impaire sur le tergite abdominal 5.

K-L : *Bonetogastrura soulensis* : K, aire oculaire droite (avec 3 cornéules résiduelles) ; L, dens et mucron (face postérieure).

M-N : *Typhlogastrura alabamensis* : M, aires oculaires droite et gauche (avec 5 + 5 cornéules) ; N, deux mucrons (faces postérieure et latérale).

O-Q : *Typhlogastrura christianseni* : O, deux organes apicaux exsertiles de l'article antennaire IV ; P, aire oculaire gauche (avec 4 cornéules) ; Q, mucron, dens et mucron (vues latérales).

est cependant présente. La rangée moyenne est absente, seule subsiste généralement la soie paratergale m_7.

Le tergite abdominal 4 porte 3 rangs de soies. L'antérieur avec 4 + 4 (a_2 absentes ; a_4 et a_5 macrochètes) ; chez 10 % des exemplaires une a_3 manquait (: 3 + 4). Signalons que les 2 soies a_1 sont légèrement écartées latéralement (longueur a_1 -a_1 > m_1 -m_1). Le rang moyen n'a que 2 + 2 soies (m_2, m_3, m_4, absentes) prolongé par m_6. Dans 30 % des cas notons la présence d'une m_4 (: 2 + 3). Quant au rang postérieur, il présente 4 + 4 soies (p_3 absentes ; p_2 et p_4 macrochètes ; p_5 soies « sensorielles »), prolongées par p_6 macrochètes. Chez 10 % on trouve une seule p_2 (: 4 + 3) ; chez 10 % on constate la présence des 2 p_3 (: 5 + 5) ; chez 30 % la présence d'une seule p_3 (: 5 + 4). Cette espèce rentre donc bien dans le groupe A (p_1 microchètes ; p_2 macrochètes). Notons que chez un individu la soies p_2 gauche était une microchète.

Les tergites abdominaux 5 et 6 sont classiques de ce genre avec chacun 2 rangées de soies comme chez *T. mendizabali* ; toute la chétotaxie de *T. breuili* est d'ailleurs proche de celle de cette espèce.

9. **Typhlogastrura topali** (Loksa et Bogojevic, 1967)

Cette espèce a été trouvée en 1964 par G. Topal dans deux grottes de la région de Dubrovnik (Croatie) en Yougoslavie. Elle fut décrite par Loksa et Bogojevic (1967) dans le genre *Schaefferia*. Lors d'une mission Muséum en Yougoslavie, en juin 1975, nous avons récolté un très grand nombre d'individus de cette espèce dans le guano de l'une des deux grottes, celle de Vilina Kucina (ou Vilina pecina ou Vilin Stan), dans la commune de Komoloc. L'étude de 100 exemplaires adultes nous permet de préciser la variabilité des caractères morphologiques et chétotaxiques de cette espèce.

La longueur (antennes et épines anales non comprises) des adultes (61 % de femelles) est assez petite : elle varie de 1 000 à 1 500 µm, avec une moyenne de 1 200 µm (L. tête : de 180 à 280 µm, moyenne : 220 µm ; L. thorax + abdomen : de 800 à 1 220 µm, moyenne : 950 µm). Loksa et Bogojevic indiquent une longueur de 1,2 à 2 mm. L'animal est jaunâtre, avec d'assez nombreuses taches de pigment brun-noir. Les aires oculaires sont souvent très foncées. Elles portent, une seule grosse tache ou, chez les animaux les plus clairs, deux taches, une foncée à l'avant et une plus claire à l'arrière.

L'article antennaire IV porte de 5 à 9 sensilles, en général 7 (5 : 5 % ; 6 : 10 % ; 7 : 40 % ; 8 : 25 % et 9 : 20 %), dont 2 toujours subapicales externes encadrant la petite sensille globuleuse. L'organe apical exsertile arrondi est simple. Organe antennaire III classique de la famille.

Organe postantennaire, relativement, moyen : sa plus grande longueur varie de 18 à 28 µm (moyenne : 25 µm). Il présente le plus souvent 4 tubercules périphériques (91 % des cas : fig. 3 F), plus rarement 5 (6 %) ou seulement 3 (3 %). Il y a 12 % de cas d'asymétrie (6 % : 5 + 4 et 6 % : 4 + 3). Les tubercules sont classiques, ovoïdes, unilobés, assez rarement découpés. Généralement les deux tubercules antérieurs sont plus longs que les deux postérieurs.

Il y a de 2 à 5 cornéules par aire oculaire, en général 4 (2 cornéules seulement chez 5,5 % des aires oculaires, dont 0,5 % avec une cornéule de taille réduite ; 3 cornéules chez

25 %, dont 1,5 % avec une cornéule réduite ; 4 chez 68 %, dont 7 % avec une cornéule réduite ; 5 chez 1,5 %). Il y a 33 % de cas d'asymétrie, d'une cornéule en plus ou en moins, entre les aires oculaires droite et gauche, dont 19 % avec 4 + 3 (fig. 3 F). Loksa et Bogojevic indiquent de 3 à 6 yeux, avec une majorité de 4 + 4. Le diamètre des cornéules est un peu réduit ; il varie de 7 à 12 µm (moyenne : 9 µm). Remarquons que les 9 % de cornéules réduites ont un diamètre de 4 à 5 µm (moyenne : 4,9 µm).

Les cornéules subsistantes sont dans 86 % des cas la B, dans 78,5 % la F-G, dans 64 % la A-D, dans 57 % la C-H, dans 21,5 % la A, dans 7 % la C ou (et) la D, dans 3,5 % la C-D ou (et) la A-B. Les cornéules à diamètre réduit de moitié sont le plus souvent C, F-G ou D.

La longueur du tibiotarse III, chez l'adulte, varie de 55 à 72 µm (moyenne : 63 µm). Il porte généralement 18 soies ; il n'y a pas d'ergot capité. Les griffes présentent classiquement une dent interne, située vers la moitié de leur bord interne. Elles portent aussi 2 dents latérales sub-basales et 2 dents latérales subapicales. Ces griffes sont moyennement fines et allongées, plus courtes que les tibiotarses. La griffe III mesure de 46 à 70 µm (moyenne : 58). Elle est 1,3 fois plus grande, en général, que la dens. L'empodium présente une lamelle basale ; son filament dépasse légèrement la moitié du côté ventral de la griffe (0,6).

Le rétinacle possède le plus souvent 4 dents par bras (90 %), parfois 3 (7,5 %) et plus rarement 5 (2,5 %). Il y a 10 % de cas d'asymétrie, dont 7,5 % avec 4 + 3. Loksa et Bogojevic signalent avoir trouvé un bras de rétinacle (sur 58) avec 6 dents.

La dens, assez courte (de 32 à 54 µm ; moyenne : 44 µm), porte en général 5 (39 %) ou 6 soies (36,5 %), parfois seulement 4 (16,5 %), plus rarement 7 (7 %) et très rarement 3 (1 %). Il y a 52 % de cas d'asymétrie sur le nombre de soies portées par les dens (surtout, 6 + 5 : 18 % ; 5 + 4 : 13 % ; 7 + 6 et 6 + 4 : 7 % chacun). Le mucron est lui aussi assez petit ; il mesure 13 à 22 µm (moyenne : 17 µm). La dens est donc 2,6 fois en moyenne plus longue que le mucron. Celui-ci, droit, à l'apex arrondi, porte 2 lamelles interne et externe. Un appendice en forme de dent arrondie, parfois en crochet, est présent sur la face postérieure du corps mucronal (fig. 3 G).

Les 2 épines anales sont bien développées ; elles mesurent de 44 à 60 µm (moyenne : 51 µm). Elles sont donc, en général, 0,9 fois plus courtes que les griffes III. Elles sont portées par 2 papilles anales bien développées (un tiers à un quart de la longueur des épines), non confluentes à leur base. Signalons la présence d'un individu avec une seule épine anale et d'un autre avec une épine supplémentaire, impaire et médiane, entre les deux normales.

La chétotaxie dorsale est classiquement formée de microchètes, de macrochètes et de soies « sensorielles ». Celle de la tête est classique de la famille des Hypogastruridae, proche de celle de *T. mendizabali*. Il y a quelques variabilités dans les soies oculaires : ainsi, 54 % des exemplaires observés portaient 3 soies de chaque côté (fig. 3 F), chez 18 % une Oe_1 manquait, chez 12 % les deux Oe_1, chez 10 % une Oc_3 manquait, chez 2 % une Oe_2, chez 2 % les 2 Oe_3 manquaient. Ce qui fait que 29 % des aires oculaires ne portent que 2 soies seulement. Signalons qu'un individu portait les 3 soies oculaires à gauche et aucune à droite, et qu'un autre avait, à droite, une microchète en Oc_2, pas d'Oc_3 et en plus une macrochète, alors qu'à gauche l'Oe_2 était déplacée. Ajoutons encore que nous n'avons jamais vu la microchète supplémentaire placée sur les figures 1, 3, 4, 5, 6, 8 et 9 de Loksa et Bogojevic, au-dessus du macrochète Oc_2. Chez 10 % des individus une d_1 manque, chez 10 % aussi manque une d_2. Chez 10 % manque une Sd_4. Chez 3 % manque une V_1.

Chez 2 % manque une C_1, chez 10 % manque une C_2 et chez 2 % manque une C_3. Enfin, chez 3 % manque une p_2.

Le prothorax porte une rangée de 3 + 3 soies (68 % des cas). Dans 10 % des cas chacun, manque une m_3, ou les 2 m_3, ou une m_1. Enfin, dans 2 % des cas, une microchète m_1 supplémentaire est présente (3 + 4).

Les chétotaxies dorsales du méso- et du métathorax sont semblables mais, sur le métathorax les deux soies a_3 sont petites et égales aux a_1. Il y a classiquement 3 rangées de, respectivement, 4 + 4, 3 + 3 et 5 + 5 soies. Sur le mésothorax : chez 3 % des cas les deux a_3 manquent, chez 5 % une a_1 manque ; chez 3 % une m_1 manque ; chez 3 % des cas les deux p_1 manquent, chez 3 % une seule. Sur le métathorax : chez 3 % une m_1 manque ; chez 3 % une p_1 manque ; chez 3 % une p_3 et chez 3 % une p_4. Soies « sensorielles » en m_7 et p_4. Cette chétotaxie est proche de celle de *T. mendizabali* ; ici cependant la soie p_3 est une macrochète. De plus, m_4 et m_5 sont parfois des micro- ou parfois des macrochètes. Les macrochètes p_2 ont migré vers l'avant ; *T. topali* se rattache donc au groupe A, celui de *C. denticulata*, des *Schaefferia* et des *Typhlogastrura* s.s.

Les chétotaxies des trois premiers tergites abdominaux sont identiques. Ils présentent chacun 2 rangées de soies souvent complètes (cf. fig. 2, Loksa et Bogojevic). L'antérieure avec 5 + 5 soies, prolongée parfois (10 %) par a_6 et toujours par a_7. Les 2 soies a_3 manquent dans 3 % des cas, une seule dans 5 %. La soie paratergale m_7 est souvent présente (90 % des cas). Le rang postérieur porte 5 + 5 soies (avec en p_2 et p_4 des macrochètes, en p_5 une soie « sensorielle ») ; il est prolongé par une macrochète paratergale p_6 et par p_7. Une des deux p_1 manque dans 3 % des cas ; une p_2 manque chez 2 % ; une p_3 chez 4 %, les deux p_3 chez 2 % et p_4 et p_5 chez 2 % des individus chacun.

Le tergite abdominal 4 porte 3 rangs de soies. L'antérieur avec 4 + 4 (a_2 absentes ; a_3 et a_5 macrochètes) ; 3 % des cas sans les deux a_1, 2 % sans les deux a_4. Les a_1 sont décalées latéralement. Le rang moyen porte 3 + 3 soies (m_2 et m_3 manquants), prolongées par des soies paratergales m_6 et m_7. Une m_1 manque dans 5 % des cas, les deux dans 2 % des cas. Rang postérieur classique avec 5 + 5 soies. Il se confirme donc que *T. topali* rentre bien dans la lignée A (p_1 microchètes, p_2 macrochètes). Notons que les soies p_3, p_5 et parfois p_6 sont, pour leurs tailles, entre des macro- et des microchètes. Chez 2 % des individus les deux p_3 manquent, chez 5 % une seule manque ; chez 2 % manque une p_4.

Le tergite abdominal 5 porte classiquement 2 rangées de soies complètes. L'antérieure avec 3 + 3 soies (a_3 ou a_4 absentes), prolongées par 2 soies paratergales (a_5 et a_6). Chez 3 % des cas une a_2 manquante. Le rang postérieur avec 3 + 3 soies (p_2 macrochète ; p_4 soie « sensorielle »), prolongées par les paratergales p_5 et p_6. Chétotaxie du tergite 6 classique.

La chétotaxie dorsale de *T. topali* est donc proche de celle de *T. mendizabali*, mais elle est plus complète. *T. topali* est une « petite » espèce. Elle se rapproche par certains caractères (cornéules, organe postantennaire, mucron...) de *B. spelicola*, mais en diffère par la chétotaxie. Elle est proche aussi de *T. alabamensis* et de *T. christianseni*.

10. **Bonetogastrura delhezi** (Stomp et Thibaud, 1974)

Cette espèce a été trouvée par F. Delhez dans une ancienne mine de plomb au sud de la cuvette de Boussouil (Douar Aougdal, commune de Michelet-Djurdjura, grande

Kabylie) en Algérie. Nous l'avons décrite avec N. Stomp, en 1974, d'après les trois exemplaires connus (2 ♂ et 1 immature).

La longueur des adultes varie de 1 800 à 2 250 µm. L'animal est blanc crème, sans aucune trace de granulations pigmentaires résiduelles.

L'article antennaire IV porte de 8 à 15 sensilles (8 et 9, 11 et 14, 11 et 15), dont 2 toujours subapicales externes encadrant la petite sensille globuleuse logée dans une fossette tégumentaire. Organe apical exsertile trilobé. Organe sensoriel III classique de la famille.

L'organe postantennaire est, relativement, grand (de 50 à 68 µm). Il présente le plus souvent 7 tubercules périphériques (80 %), parfois seulement 6, de forme élancée, parfois pliés sur eux-mêmes (fig. 3 H).

Il y a 2 (80 %) ou 3 cornéules par aire oculaire, d'un diamètre très réduit, variant de 3 à 5 µm. On peut assimiler les cornéules subsistantes à l'avant à la cornéule A, à l'arrière à F-G (fig. 3 H).

La longueur du tibiotarse varie de 110 à 160 µm. Il porte 18 soies, sans ergot capité. Les griffes présentent une dent interne située presque au milieu de leur bord interne et quatre petites dents latérales, 2 sub-basales et 2 subapicales. Ces griffes sont moyennement fines et allongées ; la longueur de la griffe III varie de 75 à 110 µm. Elle est en moyenne 0,7 fois plus petite que la dens. L'empodium présente une assez grosse lamelle basale et un long filament apical ne dépassant cependant pas l'apex de la griffe (0,8).

Le rétinacle possède 4 dents par bras. Tube ventral avec 4 + 4 soies.

La dens, relativement assez longue (de 115 à 140 µm), porte 8 soies. Le mucron est lui aussi assez bien développé (de 43 à 60 µm) ; il est droit et possède deux lamelles et un renflement dorsal à sa base (fig. 3 I). La dens est, en moyenne, 2,5 fois plus longue que le mucron.

Les deux épines anales sont bien développées (de 65 à 90 µm) ; elles sont pointues et sont 0,8 fois moins longues que les griffes III. Elles sont portées par deux papilles anales non confluentes à leur base et mesurant un peu moins d'un quart de la longueur des épines.

La chétotaxie dorsale est proche de celle de *Bonetogastrura balazuci* (lignée B : groupe *armata, tuberculata*). Notons l'absence des soies Oc_1 (fig. 3 H) ; 3 rangées de 5 + 5, 3 + 3 (m_2 et m_5 manquantes, et présence de m'_3 en dessous de m_3), 5 + 5 soies (macrochètes en p_2 et p_5 et soies « sensorielles » en p_4, et en m_7) sur les thorax II et III ; 2 rangées de 3 + 3 (a_3 et a_5 manquantes), 5 + 5 soies (macrochètes en p_2, p_4 (et p_6) ; soies « sensorielles » en p_5) sur l'abdomen 1, 2 et 3 ; 3 rangées de 3 + 3 (a_2 et a_4 ou a_5 manquantes), 3 + 3 (m_2 et m_3 manquantes), 4 + 4 soies (p_3 manquantes ; macrochètes en p_1 et p_4 ; soies « sensorielles » en p_5) sur l'abdomen 4. Toutes ces rangées étant, classiquement, prolongées par 1 ou 2 soies latérales.

De plus, cette espèce se caractérise par la présence d'une *languette abdominale impaire* (fig. 3 J) située sur le tergite abdominal 5 entre les macrochètes p_2 (L : 32 à 40 µm). Son épicuticule est finement granulée. Une telle languette a déjà été signalée chez l'espèce méditerranéenne *Ceratophysella tergilobata* (Cassagnau, 1954) et chez l'espèce sud-coréenne *C. liguladorsi* (Lee, 1974). Rappelons aussi la présence d'une excroissance médiane impaire, mais sous la forme d'une protubérance à gros grains, sur le tergite abdominal 5 de *C. tuberculata* Cassagnau, 1959, *C. tolteca* Yosii, 1962, *C. azteca* Yosii, 1962, *C. stercoraria* (Stach. 1963), *C. caucasica* Martynova, 1964, et *C. subtergilobata* (da Gama, 1966).

Bonetogastrura delhezi diffère des autres espèces du genre par la forme élancée des

6 ou 7 tubercules de l'organe postantennaire, par la présence de 2 ou 3 cornéules d'un diamètre très réduit, par la forme de son mucron et surtout par la présence d'une languette médiane impaire sur le tergite abdominal 5. La présence de cette languette rattache phylogénétiquement *B. delhezi* à *Ceratophysella tergilobata* espèce méditerranéenne proche de *C. armata* ou de *C. tuberculata*, d'où dérivent les autres espèces du genre *Bonetogastrura* (lignée B).

11. **Bonetogastrura soulensis** Thibaud, 1975

Cette espèce a été trouvée par M. Bouillon dans une grotte de la Province basque de la Soule, la grotte de la Source chaude à Camou (commune de Camou-Cihigue, Pyrénées-Atlantiques), en France. Nous l'avons décrite, en 1975, d'après l'unique exemplaire (un mâle adulte).

Sa longueur est de 3 100 µm. L'animal est blanchâtre, avec cependant quelques traces de pigment résiduel sous forme de grains bleus épars.

Articles antennaires IV avec 7 et 8 sensilles. Organe apical exsertile massif, très légèrement subdivisé au sommet.

L'organe postantennaire est relativement petit (40 µm) et présente 5 tubercules périphériques (fig. 3 K).

Il y a 3 cornéules par aire oculaire. Ces cornéules ont un diamètre (5 à 7 µm) réduit de 2 à 3 fois par rapport aux espèces à cornéules normales. Elles sont de plus toutes situées à l'avant : on peut les assimiler aux cornéules A, B et D (fig. 3 K).

La longueur des tibiotarses III est de 170 à 180 µm. Ils portent 18 soies, sans ergot capité. Les griffes présentent une dent interne médiane, 4 dents latérales : 2 sub-basales et 2 subapicales. Ces griffes sont moyennement fines et allongées ; la longueur des griffes III est de 140 à 150 µm. Elles sont 0,9 fois plus petites que la dens. L'empodium présente une lamelle basale ; son filament apical atteint les 4/5e de la longueur du bord ventral de la griffe.

Le rétinacle porte 4 + 5 dents. Tube ventral avec 4 + 4 soies.

La dens (fig. 3 L), relativement moyennement développée (160 à 170 µm), porte 8 soies. Le mucron est lui aussi, relativement, moyen (70 µm) ; il est droit, avec 2 lamelles allant de la base à l'apex (fig. 3 L). La dens est 2,4 fois plus longue que le mucron.

Les 2 épines anales sont relativement bien développées (140 µm). Elles sont 0,97 fois plus courtes que la griffe III et sont portées par 2 papilles anales bien développées, non confluentes à leur base.

La chétotaxie dorsale est très proche de celles de *B. subterranea* (Carl, 1906) et de *B. balazuci* (Delamare, 1951). Elle fait partie du groupe B. Notons l'absence de Oc_1 (fig. 3 K) ; 3 rangées de 4 + 4, 3 + 3 et 5 + 5 soies pour le thorax II et III (p_4 et m_7 soies « sensorielles ») ; 2 rangées de 5 + 4 ou 4 + 3 et 5 + 5 ou 5 + 4 soies pour l'abdomen 1, 2, et 3 (soies « sensorielles » en p_5) ; 3 rangées de 4 + 4, 3 + 1 et 4 + 4 soies pour l'abdomen 4 (sans p_3 donc, p_5 soies « sensorielles » et p_1 macrochète, p_2 microchète).

B. soulensis diffère de *B. subterranea* par le nombre de sensilles à l'article antennaire IV, par le nombre et la position des cornéules subsistantes et par son empodium moins allongé. Elle diffère de *B. balazuci* par le nombre et la position des cornéules et par la forme du mucron.

12. **Typhlogastrura alabamensis** Thibaud, 1975

Cette espèce a été trouvée, par S. Peck, dans deux grottes de l'État de l'Alabama aux USA (« Swain cave », Jackson Co et « Bryant Cave », Blount Co). Nous l'avons décrite, en 1975, d'après six adultes (4 ♂ et 2 ♀) trouvés dans l'estomac d'une Salamandre (*Eurycea lucifuga*).

La longueur des adultes (antennes et épines anales non comprises) varie de 1 200 à 2 000 µm (moyenne : 1 500 µm). Leur couleur est blanchâtre, avec quelques taches bleutées de grains pigmentaires résiduels sur le dos ; les aires oculaires sont plus foncées.

L'article antennaire IV porte 7 (50 %), 8 (40 %) ou 9 (10 %) sensilles. Organe apical exsertile souvent bilobé, parfois trilobé. Organe antennaire III classique.

Organe postantennaire, relativement, moyen : sa plus grande longueur varie de 26 à 32 µm (moyenne : 29 µm). Il présente le plus souvent 4, parfois 5 (30 %) tubercules périphériques simples ou digitées, avec parfois des renflements secondaires (fig. 3 M) comme chez *T. breuili* Thibaud, 1967. Il y a 40 % de cas d'asymétrie (5 + 4).

Il y a 4 (10 %), 5 (50 %) ou 6 (40 %) cornéules par aire oculaire. Il y a 50 % d'asymétrie (6 + 5 et 5 + 4). Leur diamètre est non réduit (12 à 15 µm ; en moyenne : 14 µm). Les cornéules résiduelles peuvent être assimilées, toujours aux cornéules A et B, F et G ou F-G, et, parfois aux cornéules C, D, ou E (fig. 3 M).

La longueur du tibiotarse III, chez l'adulte, varie de 68 à 84 µm (moyenne : 76 µm). Il porte 18 soies ; il n'y a pas d'ergot capité. Les griffes présentent classiquement une dent interne médiane et 4 dents latérales : 2 sub-basales et 2 subapicales. Ces griffes sont moyennement fines et allongées, légèrement plus courtes que les tibiotarses. La griffe III mesure de 66 à 82 µm (moyenne : 74 µm). Elle est 1,1 fois plus grande que la dens. L'empodium présente une lamelle basale ; son filament atteint la dent médiane interne.

Le rétinacle possède le plus souvent 4 dents par bras (90 %), parfois 3 seulement (10 %). Il y a 20 % d'asymétrie (4 + 3).

La dens, relativement courte (de 63 à 73 µm ; moyenne : 68 µm), porte le plus souvent 7 soies (90 %), parfois seulement 6 (10 %). Il y a 20 % d'asymétrie (7 + 6). Le mucron, lui aussi relativement court, mesure de 27 à 34 µm (moyenne : 30 µm). La dens est donc 2,3 fois plus longue que le mucron. Celui-ci est du type *Ceratophysella* : son bord est droit, son apex crochu (fig. 3 N). Il porte 2 lamelles : l'une allant du premier quart à l'apex ; l'autre, plus large, de la base au troisième quart apical. Le corps mucronal présente un renflement sur sa face postérieure.

Les 2 épines anales, classiquement allongées, mesurent de 72 à 86 µm (moyenne : 80 µm). Elles sont donc 1,1 fois plus longues que le côté dorsal de la griffe III. Ces 2 épines sont portées par 2 papilles anales bien développées (environ 1/3 de la longueur des épines), non confluentes à leur base.

La chétotaxie dorsale de cette espèce est du groupe A. Notons que sur la tête une soie Oc_3 manque parfois et que sur le prothorax on trouve quelquefois une m'_1 supplémentaire. Notons aussi l'absence de p_3 sur l'abdomen 4 et la présence de restes de la rangée moyenne (m_2, m_3 et m_4) sur les trois premiers tergites abdominaux.

T. alabamensis diffère de *T. mendizabali*, *atlantea* et *breuili* par le nombre et la position

des cornéules résiduelles et par l'organe postantennaire et de *T. topali* par la forme de l'organe postantennaire. De plus, la dens et le mueron sont légèrement réduits et la forme du mueron est particulière.

13. **Typhlogastrura christianseni** Thibaud, 1975

Cette espèce a été trouvée dans une grotte de l'État de l'Alabama aux USA (« Cave Spring cave », Morgan Co). Nous l'avons décrite, en 1975, d'après deux adultes (1 ♂ et 1 ♀).

Leur longueur (antennes et épines anales non comprises) varie de 1 000 à 1 400 µm. Leur couleur est blanchâtre, avec quelques taches bleutées de grains pigmentaires résiduels sur le dos ; les aires oculaires sont plus foncées.

L'article antennaire IV porte 7 sensilles. Organe apical exsertile bi- ou trilobé, avec l'apex arrondi ou pointu (fig. 3 O). Organe antennaire III classique.

Organe postantennaire, relativement, assez grand : sa plus grande longueur varie de 28 à 32 µm (moyenne : 30 µm). Il présente 4 tubercules périphériques simples (fig. 3 P).

Il y a 4 cornéules par aire oculaire. Leur diamètre est non réduit (13 µm). Elles peuvent être assimilées aux cornéules A-B, C-D-H, E, F-G (fig. 3 P).

La longueur du tibiotarse III, chez l'adulte, varie de 64 à 72 µm (moyenne : 68 µm). Il porte plus souvent 18 soies, mais parfois aussi 19. Les griffes présentent classiquement une dent interne médiane située aux 3/5e du côté ventral et 4 dents latérales : 2 sub-basales et 2 subapicales. Ces griffes sont, relativement, assez allongées. La griffe III mesure de 60 à 70 µm (moyenne : 65 µm). Elle est 0,85 fois moins grande que la dens. L'empodium présente une lamelle basale ; son filament atteint la dent médiane interne aux 3/5e du côté ventral de la griffe.

Le rétinacle possède 4 + 4 ou 3 + 3 dents. Tube ventral avec 4 + 4 soies.

Les dens, relativement bien développées (de 62 à 87 ; moyenne : 75 µm), portent 7 soies chacune. Le mueron, lui aussi relativement bien développé, mesure de 30 à 35 µm (moyenne : 32 µm). La dens est donc 2,3 fois plus longue que le mueron. Celui-ci droit, à apex arrondi, porte 2 lamelles (fig. 3 Q).

Les 2 épines anales sont, relativement, bien développées (de 50 à 60 µm ; moyenne : 55 µm). Elles sont donc 0,85 fois moins longues que la griffe III (côté dorsal) et sont portées par 2 papilles anales bien développées (1/4 de la longueur des épines), non confluentes à leur base.

La chétotaxie dorsale de cette espèce est du groupe A. Notons que, sur les aires oculaires, Oc_1 et (ou) Oc_3 manquent parfois et que, sur l'abdomen 4, p_3 manque elle aussi parfois.

Cette espèce diffère de *T. alabamensis* par l'organe postantennaire, par le nombre de cornéules subsistantes et par la longueur de l'empodium, ainsi que par la forme du mueron. Elle diffère des autres espèces du genre par le nombre de sensilles à l'article antennaire IV, par le nombre et la forme des tubercules de l'organe postantennaire (sauf pour *T. topali*), par le nombre des cornéules résiduelles (sauf peut-être encore *T. topali*), et par la forme du mueron.

III. CONSIDÉRATIONS SUR LES GENRES *TYPHLOGASTRURA* ET *BONETOGASTRURA*

De l'étude précédente de leurs espèces nous pouvons tirer des généralités sur les genres *Typhlogastrura* et *Bonetogastrura* : l'une d'ordre biogéographique, l'autre d'ordre morphologique et la troisième d'ordre chétotaxique.

A. — Biogéographie

Du point de vue de la répartition géographique, toutes ces espèces sont holarctiques : six vivent dans la région euro-sibérienne, quatre dans la région méditerranéenne, trois dans la région est-américaine ; l'une de ces dernières vit aussi dans la région arctique (dans le nord de l'Alaska : *B. variabilis*).

Elles vivent, pour la plupart, exclusivement dans des grottes de basse et moyenne altitude. Nous pouvons les considérer comme troglobies. Seule, *B. variabilis* (sol en Alaska ; sphaignes et litière au Wisconsin) peut être considérée comme hémiédaphique. L'espèce *B. cavicola* (nombreuses grottes d'Europe et dans le sol en montagne) est une hémiédaphique-troglophile. Elles subissent toutes, en général, un climat relativement frais (proche de 10°C) et humide (humidité relative de l'air le plus souvent à saturation).

B. — Morphologie

1. Aspect général

Les *Typhlogastrura* et les *Bonetogastrura* ont l'aspect classique des Hypogastruridae : trapus et ramassés, fusiformes. Antennes courtes à 4 articles. Les 9 segments postéphaliques sont toujours bien visibles.

Leur longueur (adultes) varie de 1 000 à 3 100 µm (moyenne 1 900 µm). Ils sont donc en général plus grands que les espèces du genre *Schaefferia*. La plus grande espèce est *B. soulensis*. Les plus petites sont : *T. topali*, *T. christianseni* et *B. variabilis* ; ces deux dernières sont est-américaines et, la dernière également du nord de l'Alaska. Rappelons que, déjà dans le genre *Schaefferia*, l'espèce est-américaine *S. cheoha* était la plus petite (Thibaud, 1972).

Leur corps est revêtu d'une pilosité de type II (avec microchètes, macrochètes et soies « sensorielles » : fig. 2 R). Leur tégument est finement granulé (grains primaires et secondaires ou tubercules). Pièces buccales broyeuses avec mandibule à *pars apicalis* dentée et à *pars molaris* en forme de râpe.

Leur couleur est jaune pâle avec, chez certaines espèces, des granulations pigmentaires résiduelles dans l'hypoderme. *T. mendizabali*, *T. atlantea* et *B. delhezi* n'ont plus du tout de pigment. *B. balazuci*, *B. cavicola* et *T. topali* sont les plus pigmentées, les autres espèces l'étant seulement très légèrement. Les granulations résiduelles sont éparses sur le dos, parfois concentrées en petites taches plus ou moins nombreuses et foncées selon l'espèce. Les deux aires oculaires sont toujours plus pigmentées que le reste du corps. Il semble y avoir une

corrélation entre la dépigmentation et la régression oculaire : ainsi, les deux espèces anophthalmes (*T. mendizabali* et *T. atlantea*) sont totalement dépigmentées.

Le sex-ratio varie de 45 à 85 % de femelles selon les espèces. Il est en moyenne de 63 % de femelles.

2. **Antennes** (fig. 1 I, 2 B, 3 A et O)

Elles sont classiques des Hypogastruridae : courtes (ne dépassant pas la longueur de la tête), à 4 articles non subdivisés.

Le nombre de sensilles sur l'article antennaire IV varie de 5 à 17 (avec toujours 2 subapicales externes encadrant la petite sensille logée dans une fossette tégumentaire et les autres, en général, médio-dorsales) ; ces nombres extrêmes sont rarement atteints : 5 pour 5 % des *T. topali*, 17 pour 2 % des *B. subterranea*, 16 pour 1 % des *T. mendizabali* et pour 7 % des *B. subterranea*. Le nombre le plus courant de sensilles est de 7, comme chez le genre *Schaefferia*. Ce sont *B. subterranea* (14 en moyenne : fig. 1 I), *B. delhezi* et *T. mendizabali* (11 chacun en moyenne) qui ont le plus de sensilles par article antennaire IV, puis *T. atlantea* (10) et *T. breuili* (9). Les huit autres espèces en possèdent en moyenne 7 par article antennaire IV. Il y a parfois des asymétries de ± 1 sensille entre l'article antennaire IV droit et le gauche : chez 75 % des *B. subterranea*, chez 30 % des *B. balazuci* et des *B. cavicola*, chez 54 % des *T. topali*.

L'organe apical exsertile, au pied logé dans un alvéole à l'intérieur du segment antennaire IV, et au sommet de la tête dépassant seul à l'extérieur, est le plus souvent trilobé (fig. 2 B et 3 A). Chez *B. cavicola* il présente les trois formes (19 % trilobés, 24 % bilobés et 57 % unilobés). Chez *B. spelicola* il est souvent subdivisé en deux, ainsi que chez *B. soulensis*. Il est, par contre, unilobé chez *T. topali* et *T. mendizabali*. Chez les deux espèces nord-américaines, *T. alabamensis* et *T. christianseni*, il est bi- ou trilobé, et pointu chez la dernière citée (fig. 3 O).

Organe antennaire III classique : 2 courtes sensilles, situées dans une logette tégumentaire, encadrées par deux sensilles « de garde » plus longues et plus fines (fig. 1 I).

3. **Organe postantennaire** (fig. 1 A, B, J, K ; 2 A, C, F, J, L, M, O, P ; 3 B, C, F, H, K, M et P)

Il présente de 3 à 11 tubercules périphériques ; ces nombres extrêmes sont rarement atteints : 3 pour 1 % des *B. balazuci* et pour 3 % des *T. topali*, mais par contre 28 % des *B. variabilis* ; 11 pour 1 % des *T. mendizabali* ; 10 pour 5 % de cette même espèce ; 9 pour 9 % toujours de cette même espèce et pour 8 % des *T. atlantea*. Le plus souvent le nombre des tubercules est compris entre 4 et 8. Il est en général de 4 chez sept espèces. Il y a chez sept espèces de forts pourcentages d'asymétries (en général de ± 1) entre le nombre de tubercules des 2 organes postantennaires droit et gauche : 40 à 70 % des individus en présentent chez *T. mendizabali*, *B. subterranea* (fig. 1 K), *B. balazuci*, *B. variabilis*, *T. atlantea*, *T. breuili* (fig. 3 B) et *T. alabamensis* (de 0 à 10 % chez les autres espèces). Ces tubercules sont généralement simples. Ils présentent des digitations secondaires chez *T. atlantea*, *T. breuili* (fig. 3 B) et *T. alabamensis* (fig. 3 M).

Tableau I.

Genres *Bonetogastrura* et *Typhlogastrura* (troglobies)	*B. cavicola*	*B. spelicola*	*T. alabamensis*	*T. topali*	*T. christianseni*	*B. soulensis*	*T. breuili*	*B. subterranea*	*B. delhezi*	*B. variabilis*	*B. balazuci*	*T. mendizabali*	*T. atlantea*
Répartition (G., grotte)	Europe (G. et sol en montagne)	Autriche (G.)	U.S.A (G.)	Yougoslavie (G.)	U.S.A (G.)	France Pyr. (G.)	Espagne Sud (G.)	Italie Nord ; Suisse Sud (G.)	Algérie (mine)	U.S.A (sol)	France Ardèche (G.)	Espagne Pyr. (G.)	Maroc (G.)
% du nombre de cornéules par aire oculaire — 8	90	2,9											
7	10	5,5	26										
6		12	38	40	?								
5		49,3	20	50	1,5								
4		25,5	10	10	68	100		2					
3		4,4	4		25		100	42	52	20		3,5	
2		0,4	1		5,5			58	36	80	95	19	
1		(Strc-	1						6		5	49	5
0		bel : Autr.)							4			28,5	95	100
% asymétries	10	30,7	56	50	33	0	0	33	45	?	2,5	64	2,5	0
Long. moy. (en mm)	1,5		1,9	1,5	1,2	1,2	3,1	1,8	2,3	2	1,2	2,4	2,5	1,7
ø moyen d'une cornéule (en µm)	12		AV : 10 AR : 5	14	9	13	6	11	4,8	4	13	5,8	0 (7)	0

Le rapport de la longueur totale sur la plus grande longueur de l'organe postantennaire, chez l'adulte, varie de 33 à 76 (en moyenne : 52). Ce sont *B. delhezi* et *T. christianseni* qui ont, proportionnellement, les organes postantennaires les plus grands et *B. soulensis* et *B. balazuci* les plus petits. La plus grande longueur de cet organe mesure en général de 2 à 5 fois le diamètre des cornéules subsistantes sauf chez *B. soulensis* (6,5 : fig. 3 K), *B. subterranea* (7,7 : fig. 1 J et K) et surtout chez *B. delhezi* (15) où les cornéules ont un diamètre très réduit (fig. 3 H).

4. **Appareil oculaire** (fig. 1 J, K ; 2 A, C, F, L, M, O, P ; 3 C, F, H, K, M et P)

Le nombre de cornéules, par aire oculaire, présente une assez grande variabilité inter- et intraspécifique : il varie en effet de 0 à 8 (cf. tabl. I).

Le genre *Bonetogastrura* a donc moins de 8 + 8 cornéules, sauf pour une espèce dépigmentée et cavernicole, *B. cavicola*. Le genre *Typhlogastrura* a moins de 7 + 7 cornéules. Seules deux espèces sont anophthalmes : *T. mendizabali* et *T. atlantea*. Nous voyons sur le tableau la variabilité de ± 1 cornéule, parfois 2 (et même jusqu'à 4 chez *B. spelicola*) dans une même espèce. A cause de cela, comme chez les *Schaefferia*, il est dangereux de déterminer les espèces de ces deux genres à la vue d'un seul individu. Il existe aussi une asymétrie de ± 1 cornéule (plus rarement ± 2) entre l'aire oculaire gauche et la droite chez 33 à 64 % des individus chez six espèces : *B. spelicola* (fig. 2 O et P), *T. alabamensis*, *T. topali* (fig. 3 F), *T. breuili*, *B. subterranea* (fig. 1 J et K) et *B. balazuci*.

Comme chez les *Schaefferia*, les premières cornéules à disparaître sont les H. Il y a ensuite « fusion » des C et D ou C et H, des F et G, puis des A et B ; enfin disparition des E et des C-D.

Le diamètre des cornéules subsistantes varie de 4 à 14 µm. Proportionnellement à la taille des espèces, il y a donc ici une diminution du diamètre par rapport à celui d'une espèce à 8 + 8 cornéules (par ex. : *Hypogastrura purpurescens* : L. entre 1 800 et 2 000 µm ; ø cornéules : de 15 à 18 µm), sauf pour *B. cavicola*, *T. alabamensis*, *T. topali*, *T. christianseni* et *B. variabilis* qui ont des cornéules à diamètre non réduit ou peu réduit. Ces cinq espèces, sauf *B. variabilis*, sont d'ailleurs celles qui possèdent encore le plus de cornéules. Il y a donc une corrélation entre le diamètre des cornéules subsistantes et le nombre de celles-ci.

Rappelons que *B. spelicola* possèdent deux types de cornéules : à l'avant, cornéules à diamètre non réduit, à l'arrière, cornéules à diamètre réduit de moitié ou plates (fig. 2 P). Les 2 ou 3 cornéules résiduelles de *T. breuili*, légèrement réduites, sont elles aussi plates (fig. 3 C). Chez *T. topali* (fig. 3 F) et chez *B. cavicola* (fig. 2 M), à côté de cornéules un peu réduites, existent très rarement (2 % des cas environ) des cornéules à diamètre réduit (ø 3 à 6 µm).

5. **Les pattes** (fig. 1 C, D, L ; 2 D et G)

Dans ces deux genres les pattes présentent la même morphologie. Le tibiotarse porte le plus souvent 18 soies, sans ergot capité (fig. 1 C et L). Chez quelques espèces, et rarement (10 % des individus), il y a 19 soies, et, plus rarement encore (1 %), seulement 17. Les tibiotarses sont, proportionnellement à la longueur du corps, plus longs chez ces deux genres que chez les *Schaefferia* et les *Ceratophysella*. Le rapport longueur corps / longueur tibio-

tarse III varie de 14 à 19 selon les espèces (18,5 à 21,5 pour les *Schaefferia* ; 20,5 pour *Ceratophysella denticulata*). Ce sont *B. subterranea*, *T. breuili* et *B. delhezi* qui ont les tibiotarses proportionnellement les plus longs.

Les griffes sont aussi, proportionnellement à la longueur du corps, plus longues chez ces deux genres que chez les *Schaefferia* et les *Ceratophysella*. Le rapport longueur corps / longueur griffe III varie de 15 à 21 selon les espèces (20 à 25,5 pour les *Schaefferia* ; 22,5 pour *C. denticulata*). Ce sont *T. mendizabali* (fig. 1 D), *T. subterranea* (fig. 1 L) et *T. breuili* qui ont les griffes proportionnellement les plus longues. Les griffes sont aussi plus fines que chez les *Schaefferia*.

Les griffes présentent toutes une dent interne située à la moitié de leur bord interne (au 3/5e chez *B. balazuci*). Elles portent aussi toutes 4 dents latérales : 2 sub-basales et 2 subapicales (fig. 1 D et L ; 2 D et G).

La longueur des griffes III est en général proche de celle de la dens : g/dens = 0,7 pour *B. delhezi*, 0,9 pour huit espèces et de 1,1 à 1,3 pour quatre espèces (*B. cavicola*, *B. spelicola*, *T. alabamensis* et *T. topali*).

Les empodiums présentent toujours une lamelle basale. Leurs filaments apicaux atteignent chez neuf espèces la moitié du côté ventral de la griffe ; par contre, chez *B. subterranea* (fig. 1 L), le filament est aussi long que le bord ventral de la griffe, chez *B. balazuci* il atteint les 4/5e, chez *T. atlantea* et *T. breuili* les 3/5e.

6. **Le rétinacle**

Le rétinacle porte la plupart du temps 4 dents par bras. Il y a cependant une variabilité individuelle en général de ± 1 dent (parfois 2) chez 10 % ; cette variabilité monte à 54 % des individus chez *T. mendizabali* (avec 5 et rarement 6 dents), 30 % chez *T. atlantea* (5 dents), 21 % chez *B. variabilis* (5 et plus rarement 2). Il se présente d'assez nombreux cas d'asymétrie sur le nombre de dents portées par chacun des deux bras du rétinacle (chez 8 à 20 % des rétinacles en général selon les espèces ; chez 62 % chez *T. mendizabali* dont 60 % avec 5 + 4 dents). Rappelons que dans le genre *Schaefferia* il y a 3 dents par bras au rétinacle (6 % avec 4 ; 1 % avec 2).

7. **La dens** (fig. 1 E ; 2 N ; 3 D, L et Q)

La dens est toujours relativement bien développée. Le rapport longueur totale / longueur dens est de 13,5 à 21 selon les espèces. Celles avec dentes relativement les plus longues étant : *T. mendizabali* (13,5 : fig. 1 E) et *B. subterranea* (14) ; celles avec les plus courtes étant : *B. cavicola* (fig. 2 N) et *B. spelicola* (20,5), *T. alabamensis* (21) et surtout *T. topali* dont le rapport est de 27,5. Rappelons que pour le genre *Schaefferia* le rapport était de 40 à 47, dens donc réduite de moitié environ par rapport aux *Ceratophysella* (21 pour *C. denticulata*). Seules *S. duodecimocellata* (24), *S. sexoculata* (28) et sans doute *S. cheocha* ont une dens moins réduite dans ce genre *Schaefferia*.

Pour six espèces la dens porte 8 soies, avec une variation individuelle de ± 1 soie chez 10 à 30 % des individus de *T. mendizabali*, *B. balazuci* et *T. atlantea*. Pour six autres espèces la dens porte seulement 7 soies, avec une variation de moins 1 soie chez 5 à 10 % des individus de *B. cavicola* et *T. alabamensis*. Enfin, *T. topali*, espèce avec relativement la plus

petite dens, porte sur celle-ci de 3 à 7 soies, en général 5 (39 %), 6 (36,5 %) ou 4 (16,5 %). Il se présente aussi des cas d'asymétrie sur le nombre de soies portées par les dentes droite et gauche, chez 10 à 20 % des individus selon les espèces et jusqu'à 52 % chez *T. topali*. Rappelons que les *Schaefferia* portent 3 ou 5 soies sur la dens (sauf l'unique individu femelle connu de *S. duodecimocellata* avec 5 + 6 soies). Dans ces deux genres presque toutes les espèces ont un rapport moyen, macrochète proximale de la dens/microchète basale de la dens, compris entre 1,9 et 2,5 selon les espèces, sauf *B. balazuci* avec 3 et *T. breuili* avec 1,2 (pour *Ceratophysella armata* nous avons : 1,4 et pour *C. denticulata* : 1,4 à 2,5, en moyenne 2). La dens est généralement plus longue que sa macrochète proximale : rapport de 1,25 à 1,8, sauf pour *T. topali* avec de 0,8 à 1 (moy : 0,95).

8. **Le mucron** (fig. 1 E, F, M ; 2 E, H, K, N, Q ; 3 D, E, G, I, L, N et Q)

Le mucron est lui aussi relativement bien développé. Le rapport longueur totale/longueur du mucron est de 30 à 49 selon les espèces. Celles avec mucrons relativement les plus longs sont encore *T. mendizabali* (30,5 : fig. 1 E et F) et *B. subterranea* (fig. 1 M) ; celles avec les plus courts étant : *T. atlantea* (47 : fig. 2 K), *B. cavicola* (45 : fig. 2 N), *T. alabamensis* (48,5 : fig. 3 N) et surtout *T. topali* dont le rapport est de 71 (fig. 3 G). Rappelons que dans le genre *Schaefferia*, chez cinq espèces le mucron a disparu, chez trois autres il est réduit à une papille et enfin chez quatre espèces il est un peu plus développé, quoique encore très réduit, sauf chez *S. duodecimocellata*. Chez certains *Ceratophysella* le rapport va de 36 à 46, donc comparable à ceux des *Typhlogastrura* et des *Bonetogastrura* en général.

La dens est en général 2,3 fois plus longue que le mucron (rapport allant de 1,9 pour *B. spelicola*, à 2,6 pour *T. topali*). Seules *T. atlantea* (2,9) et *T. breuili* (2,8 : fig. 3 D) ont un rapport plus fort.

La forme du mucron est légèrement variable selon les espèces. Il est toujours droit avec généralement 2 lamelles, parfois avec un éperon (*B. spelicola* : fig. 2 Q, *T. topali* : fig. 3 G, *T. alabamensis* : fig. 3 N).

9. **Épines anales** (fig. 1 G et 2 I)

Les épines anales sont toujours bien développées ; elles sont longues et fines. Le rapport de la longueur totale sur la largeur est de 14,5 à 29 selon les espèces. Celles avec des épines anales relativement les plus longues étant : *B. subterranea* (14,8) et *B. spelicola* (15,5) ; celles avec les plus courtes étant : *B. balazuci* (27) et *B. variabilis* (28,7). Rappelons que le rapport était compris entre 18 et 22 chez les *Schaefferia* (15 pour *S. duodecimocellata*) et de 24,5 pour *Ceratophysella denticulata*.

Le rapport longueur épines anales/longueur griffe III (côté dorsal) varie selon les espèces de 0,7 à 1,1. Seules chez *B. subterranea*, *B. cavicola*, *B. spelicola* et *T. alabamensis* les épines anales sont légèrement plus longues que les griffes. Chez les *Schaefferia*, les épines anales sont égales ou légèrement plus longues que les griffes.

Les épines anales sont toujours portées par deux *papilles anales* bien développées (un tiers à un quart de la longueur des épines), non confluentes à leur base.

C. — Chétotaxie
(Fig. 1 H, N, O ; 2 R, S et T)

Toutes ces espèces portent trois types de soies : pilosité de type H avec des microchètes et des macrochètes barbelées, les dernières surtout, et des soies « sensorielles » longues, lisses et effilées (fig. 2 R).

La chétotaxie de la tête est classique de la famille des Hypogastruridae (fig. 1 H). Il y a cependant des variations, surtout dans le nombre des soies oculaires qui sont souvent réduites à 2, parfois à 1. Rappelons la présence de macrochètes spiniformes en Oc_2 et d_2 chez *B. spelicola* (fig. 2 R).

Le tergite prothoracique (fig. 1 H et 2 S) présente généralement une chétotaxie classique avec une rangée de 3 + 3 soies (m_1, m_3 et m_4).

Les tergites méso- et métathoraciques (fig. 1 H, N et 2 S) ont une chétotaxie semblable avec 3 rangées de 4 + 4, 3 + 3 ou parfois 2 + 2, et 5 + 5 soies, se prolongeant latéralement, pour les deux premières, par 2 ou 3 soies paratergales. Les soies « sensorielles » sont toujours en m_7 et en P_4. Dans le groupe B (espèces du g. *Bonetogastrura*), la soie p_2 est toujours dans l'alignement de la rangée postérieure (fig. 1 N et 2 S), alors que cette même soie a migré vers l'avant (fig. 1 H), et se trouve donc presque en position de m_2, dans le groupe A (espèces du g. *Typhlogastrura*).

Les chétotaxies des trois premiers tergites abdominaux sont semblables (fig. 1 H, O et 2 T). Il y a 2 rangées de soies : l'antérieure de 3 + 3 ou 5 + 5, la postérieure de 4 + 4 ou 5 + 5 soies. Les soies « sensorielles » sont toujours en p_5. Rappelons que les *Schaefferia* portent en général 3 rangées de soies, avec une rangée moyenne portant en général 3 + 3 ou 2 + 2 soies, réduite à 1 + 1 chez *S. duodecimocellata*, et ayant disparu chez *S. quadrioculata* et *S. pouadensis*.

La chétotaxie du tergite abdominal 4 présente toujours 3 rangées de soies (fig. 1 H, O et 2 T). La première avec 3 + 3 ou 4 + 4 selon les espèces (avec a_1 décalées latéralement) ; la deuxième avec, selon les espèces, de 2 + 2 à 3 + 3, plus rarement 1 + 1 et la troisième avec 5 + 5 ou 4 + 4 (p_3 manquantes alors). Soies « sensorielles » toujours en p_5. Dans le groupe B (*Bonetogastrura*) les p_1 sont des macrochètes (fig. 1 O et 2 T) et les p_2 des microchètes. Dans le groupe A (*Typhlogastrura*) les p_1 sont des microchètes et les p_2 des macrochètes (fig. 1 H).

La chétotaxie du tergite abdominal 5 (fig. 1 H et 2 T) est identique chez toutes les espèces avec 2 rangées de soies : l'antérieure avec 2 + 2 et la postérieure avec 3 + 3, avec soies « sensorielles » en p_4. La chétotaxie du 6e tergite (fig. 1 H) est classique avec 2 rangées de 3 + 3 soies, les épines anales, soies transformées, étant en position p_1.

CONCLUSIONS

Les treize espèces étudiées, composant les deux genres *Typhlogastrura* et *Bonetogastrura*, se divisent en deux groupes chétotaxiques : A pour le premier genre et B pour le

second. Elles ont toutes, par ailleurs, morphologiquement et écologiquement, le type « typhlogastrurien » avec : réduction du nombre des cornéules, allant souvent jusqu'à l'anophthalmie ; dépigmentation ; griffes fines et allongées ; furca relativement bien développée avec deux dentes droites portant chacune le plus souvent 7 ou 8 soies et un mucron de type *armata* plus ou moins modifié ; rétinacle généralement avec 4 dents par bras ; longues épines anales. De plus, toutes ces espèces n'ont été trouvées que dans quelques rares grottes (sauf *variabilis*, sol USA).

Phylogénétiquement les *Bonetogastrura* (générotype : *B. balazuci* (Delamare, 1951)) descendent d'ancêtres du groupe B proches de *Ceratophysella armata* ou de *C. tuberculata* (pour *B. delhezi*, de *C. tuberculata*, présence d'une languette médiane impaire sur le tergite abdominal 5). Les *Typhlogastrura* (générotype : *T. mendizabali* (Bonet, 1930)) descendent d'ancêtres du groupe A proches de *C. denticulata*, comme d'ailleurs les espèces du genre *Schaefferia*. Ce dernier genre, euédaphique-troglophile, est bien engagé dans une évolution régressive au point de vue oculaire, de la furca et de la pigmentation.

Dans ces lignées de Collemboles Hypogastruridae en pleine évolution régressive au niveau oculaire et pigmentaire nous devons, pour définir les genres et les espèces, combiner plusieurs caractères morphologiques ; c'est un procédé un peu arbitraire mais, à l'heure actuelle, le seul valable.

La « colonisation » du milieu souterrain a dû se faire assez récemment (post-glaciaire). Ce sont tous, en effet, des *troglobies récents* en pleine évolution et dont beaucoup présentent des instabilités notoires pour certains caractères morphologiques, en particulier l'appareil oculaire.

Clé des espèces des genres *Typhlogastrura* et *Bonetogastrura*

1 — Sur thorax II et III : p_2 en position normale et sur abdomen 4 : p_1 macrochète (p_2 microchète) De 7 + 7 à 0 + 0 cornéules (une espèce avec le plus souvent 8 + 8 : *cavicola*).....
g. *Bonetogastrura* Thibaud, 1974 → 2

— Sur thorax II et III : p_2 en position de m_2 et sur abdomen 4 : p_2 macrochète (p_1 microchète) De 6 + 6 à 0 + 0 cornéules.....g. *Typhlogastrura* Bonet, 1930 → 8

2 — 8 + 8 cornéules (parfois 8 + 7 : 10 % ou 7 + 7 : 5 %) à ø non réduit ; chez certaines populations (galeries de mines en Sichengebirges) : 8 + 8 à 3 + 2 (le plus souvent 5 + 5 : 37 %). Organe postantennaire avec 4 (95 %) ou 5 tubercules périphériques. Dens avec 7 (95 %) ou 6 soies ; L. : 1 500 µ ; traces de pigment..... *B. cavicola* (Börner, 1901)
(Europe : nb. grottes ; rares dans le sol en montagne)

— 7 + 7 cornéules ou moins 3

3 — Sur tête : Oc_2 et d_2 macrochètes spiniformes. Aires tégumentaires à gros grains cutanés. Le plus souvent 7 + 7 à 4 + 4 cornéules (94 %, très rarement 4 + 3 à 3 + 2 (6 %) ; cornéules avant à ø peu réduit, cornéules arrière à ø réduit de moitié (ou plates). Organes postantennaire avec 4 tubercules. Dens assez petite avec toujours 7 soies. Longues épines anales (L.t./L. ép. an. : 15,5). L. : 1 900 µm. Quelques traces de pigment.....
B. spelicola (Gisin, 1964)
(Basse Autriche : 1 grotte)

— Sur tête pas de macrochètes spiniformes. Pas d'aires tégumentaires à gros grains. Moins de 4 + 4 cornéules 4

4 — En général de 7 à 5 cornéules par tête (rarement de 4 à 1 : chez 24 % des *B. subterranea*). 5
— En général moins de 5 cornéules par tête (rarement avec 5 : chez 20 % des *B. delhezi* ou avec 6 ou 5 : chez 4 % des *B. balazuci*) 6

5 — Article antennaire IV avec 7 à 8 sensilles. Organe postantennaire avec 5 tubercules. Tête avec 6 cornéules, à ø réduit (et toutes situées à l'avant). Filament empodial atteignant les 4/5e de la griffe (bord ventral). Dens avec 8 soies. L. : 3 100 µm. Quelques traces de pigment ..... *B. soulensis* Thibaud, 1975

(France, Pays basque : 1 grotte)

— Article antennaire IV avec 11 à 17 sensilles (85 % avec de 12 à 15). Organe postantennaire avec 4 à 8 tubercules (84 % avec 5 ou 6). Tête avec de 7 à 1 cornéules (72 % avec 6 ou 5) à ø réduit. Filament empodial atteignant l'apex de la griffe. Dens relativement longue (L. t./L. d. : 14), avec 8 soies. Très longue épine anale (L. t./L. ép. an. : 14,8). L. : 2 300 µm. Quelques traces de pigment ..... *B. subterranea* (Carl, 1906)

(Italie du Nord et Suisse du Sud : 5 grottes)

6 — Présence d'une languette médiane impaire sur abdomen 5 ; Organe postantennaire avec 7 (80 %) ou 6 tubercules. Tête avec 4 (80 %) ou 5 cornéules d'un ø très réduit. L. : 2 000 µm. Sans pigment résiduel ..... *B. delhezi* (Stomp et Thibaud, 1974)

(Algérie : 1 mine).

— Sans languette médiane impaire sur abdomen 5 7

7 — Cornéules à ø non réduit (11 à 15 µm). Tête avec 4 cornéules, rarement (2,5 %) 3. Organe postantennaire avec 4 (72 %) ou 3 tubercules. Filament empodial arrivant à la moitié de la griffe (bord V). Dens avec 7 soies. L. : 1 200 µm .....
B. variabilis (Christiansen, 1951)

(USA, Alaska : sol ; Wisconsin : litière).

— Cornéules à ø réduit (3 à 9 µm). Tête avec de 6 à 0 cornéules (6,5 ou 4 chez 8 % ; 3 chez 26 % ; 2 chez 28 %, 1 chez 28 % et 0 chez 10 %). Organe postantennaire avec 6 à 3 tubercules (5 chez 32,5 % ; 4 chez 65,5 %). Filament empodial atteignant les 4/5e de la griffe. Dens avec 8 (89 %) ou 7 soies. L. = 2 380 µm. Traces de pigment.....
B. balazuci (Delamare, 1951)

(France, Ardèche : 1 grotte)

8 — De 6 + 6 à 4 + 4 cornéules à ø non réduit (16 % avec 4 + 4). Organe postantennaire avec 4 (70 %) ou 5 tubercules simples ou digités (parfois avec des renflements secondaires). Filament empodial arrivant à la moitié de la griffe (bord ventral). Dens avec 7 (90 %) ou 6 soies. L. : 1 500 µm. Quelques traces de pigment.. *T. alabamensis* Thibaud, 1975

(USA, Alabama : 2 grottes)

— De 5 + 5 à 0 + 0 cornéules..... 9

9 — De 5 + 5 à 2 + 2 cornéules à ø en général peu réduit (9 cornéules par tête chez 3 % ; 8 chez 55 % ; 7 chez 23 % ; 6 chez 10 % et 5 ou 4 chez 9 %). Organe postantennaire avec 4 (91 %) 5 (6 %) ou 3 (3 %) tubercules. Dens relativement petite (L.t./L.d. : 27,5) avec de 7 à 3 soies (7 chez 7 % ; 6 ou 5 chez 75,5 %; 4 chez 16,5 % et 3 chez 1 %). L. : 1 200 µm. Trace de pigment plus ou moins foncé ..... *T. topali* (Loksa et Bogojevic, 1967)

(Yougoslavie, près Dubrovnik : 2 grottes)

— De 4 + 4 à 0 + 0 cornéules..... 10

10 — 4 + 4 cornéules à ø non réduit. Organe postantennaire avec 4 tubercules. Dens avec 7 soies L. : 1 150 µm. Quelques traces de pigment..... *T. christianseni* Thibaud, 1975

(USA, Alabama : 1 grotte).

— Moins de 4 + 4 cornéules..... 11

11 — De 3 + 3 à 2 + 2 cornéules à ø peu réduit, plates et situées à l'avant. Organe postantennaire avec 6 (54,3 %), 7 (12,5 %) ou 5 (33,2 %) tubercules irréguliers. Filament empodial arrivant aux 3/5e de la griffe (bord ventral). Dens avec 7 soies. L. = 1 760 µm. Quelques traces de pigment..... *T. breuili* Thibaud, 1967

(Espagne Sud : 1 grotte)

— 0 + 0 cornéules..... 12

12 — Vésicule apicale de l'article antennaire IV globuleuse. Organe postantennaire avec 11 à 4 tubercules ovales et réguliers (8 ou 7 chez 75 %) ; (2,5 % des individus avec 1 + 0 cornéule d'un ø réduit). Filament empodial atteignant la moitié de la griffe (bord ventral). Dens relativement longue (L.t./L.d. : 13,5) avec 8 (85 %), ou 7 ou 9 soies (7,5 % chacun). L. : 2 500 µm. Sans pigment résiduel..... *T. mendizabali* (Bonet, 1930)

(Espagne, Pays basque : 4 grottes)

— Vésicule apicale de l'article antennaire IV trilobé. Organe postantennaire avec 9 à 5 tubercules irréguliers (8 chez 54 % ; 7 ou 6 chez 30 %). Filament empodial atteignant les 3/5e de la griffe. Dens avec 8 (70 %) ou 7 soies. L. : 1 700 µm. Sans pigment résiduel..... *T. atlantea* Gisin, 1952

(Maroc, vers Taza : 2 grottes)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bonet, F., 1930. — Remarques sur les Hypogastruriens cavernicoles avec descriptions d'espèces nouvelles (Collembola). *Eos*, **6** (2) : 113-139.

— 1931. — Estudios sobre Colémbolos cavernicolas con especial referencia a los de la fauna española. *Mém. Soc. esp. Hist. nat.*, **14** (4a) : 231-403.

Börner, C., 1901. — Über einige theilweise neue Collembolen aus den Höhlen der Gegend Von Letmathe in Westfalen. *Zool. Anz.*, Bd. **24** : 333-345.

Bourgeois, A., et P. Cassagnau, 1972. — La différenciation du type Cératophysellien chez les Collemboles *Hypogastruridae*. *Nouv. Revue Ent.*, **2** : 271-291.

Bouthier, A., et J.-M. Thibaud, 1974. — Recherches sur la pigmentation ommochromique des Insectes Collemboles en relation avec leur biotope. *Pedob.*, **14** : 103-105.

Carl, J., 1906. — Beitrag zur Höhlenfauna der insubrischen Region. *Revue suisse Zool.*, **14** : 614.

Christiansen, K., 1951. — Notes on Alaskan Collembola. II. Three new species of arctic Collembola. *Psyche*, **58** : 125-140.

Delamare, Cl., 1951. — Notes faunistiques sur les Collemboles de France (IX). Collemboles cavernicoles de l'Ardèche. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, n° 5 : 116-120.

Denis, J.-R., 1935. — Collemboles récoltés en Yougoslavie et en Macédoine grecque par M. Paul Remy en 1930. *Annls Soc. ent. Fr.*, **103** : 329-344.

Gisin, H., 1953. — Collemboles cavernicoles du Jura, des Préalpes savoyardes, du Valois et du Tessin. *Stalactite*, **3** : 11-14.

— 1960. — Collembolenfauna Europas. Genève ; p. 1-312.

— 1962. — Typenuntersuchung, Variabilität und Gattungszurgehörigkeit von *Hypogastrura cavicola* Börner. *Beit. Ent.*, **12** (5/6) : 507-510.

— 1964. — Collemboles d'Europe. VII. *Revue suisse Zool.*, **71** (4) : 675-677.

Handschin, E., 1926. — Subterrane Collembolengesellschaften. *Arch. Naturgesch.*, **91**, Jahr. 1925 (1926) : 132-134.

Ionesco, C. W., 1922. — Quelques nouveaux insectes Collemboles récoltés dans les grottes des Carpathes Méridionales. *Annls scient. Univ. Jassy.*, **11** : 372-382.

Loksa, I., et J. Bogojevic, 1967. — Einige neue Collembolen — Arten aus Jugoslavien. *Acta zool. hung.*, **13** (1-2) : 139-148.

Massoud, Z., et J.-M. Thibaud, 1973. — Étude comparative de la chétotaxie des Insectes Collemboles épigés et cavernicoles. *Annls Spéléol.*, **28** (2) : 331-335.

Stach, J., 1949. — The Apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects (Families *Neogastruridae* and *Brachystomellidae*). Krakow ; p. 1-341.

Stomp, N., et J.-M. Thibaud, 1974. — Description d'une espèce nouvelle de Collemboles (Insectes) cavernicoles : *Typhlogastrura delhezi* n. sp. *Annls Spéléol.*, **29** (2) : 187-190.

Strebel, O., 1965. — Weitere Beiträge zur Apterygotenfauna der Siebengebirges. *Decheniana*, **118** : 93-106.

Thibaud, J.-M., 1967. — Description d'une espèce nouvelle de Collembole cavernicole *Typhlogastrura breuili* n. sp. *Annls Spéléol.*, **22** (2) : 401-405.

— 1969. — Contribution à l'étude du développement post-embryonnaire chez les Collemboles *Hypogastruridae* épigés et cavernicoles (suite). *Revue Ecol. Biol. Sol*, **6** (2) : 209-220.

— 1970. — Biologie et écologie des Collemboles *Hypogastruridae* édaphiques et cavernicoles. *Mém. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, Zool., A, **61** (3) : 83-201.

— 1972. — Révision du genre *Schaefferia* Absolon, 1900 (Insecte Collembole). *Annls Spéléol.*, **27** (2) : 363-394.

— 1975. — Subdivision de *Typhlogastrura*, genre troglobie de la famille des Hypogastruridae (Insectes Collemboles). *Actes du XIe Congrès nat. Spéléol., Périgueux* 1974. *Spelunca*, n° 8 : 205-208.

— 1975. — Description de trois espèces nouvelles des genres *Bonetogastrura* et *Typhlogastrura* (Insectes Collemboles Hypogastruridae). *Annls Spéléol.*, **30** : 343-346.

Thibaud, J.-M., et Z. Massoud, 1973. — Essai de classification des Insectes Collemboles « cavernicoles » européens. *C.r. hebd. Séanc., Acad. Sci., Paris*, D, **277** : 2137-2140.

Manuscrit déposé le 10 octobre 1979.

Bonetogastrura balazuci

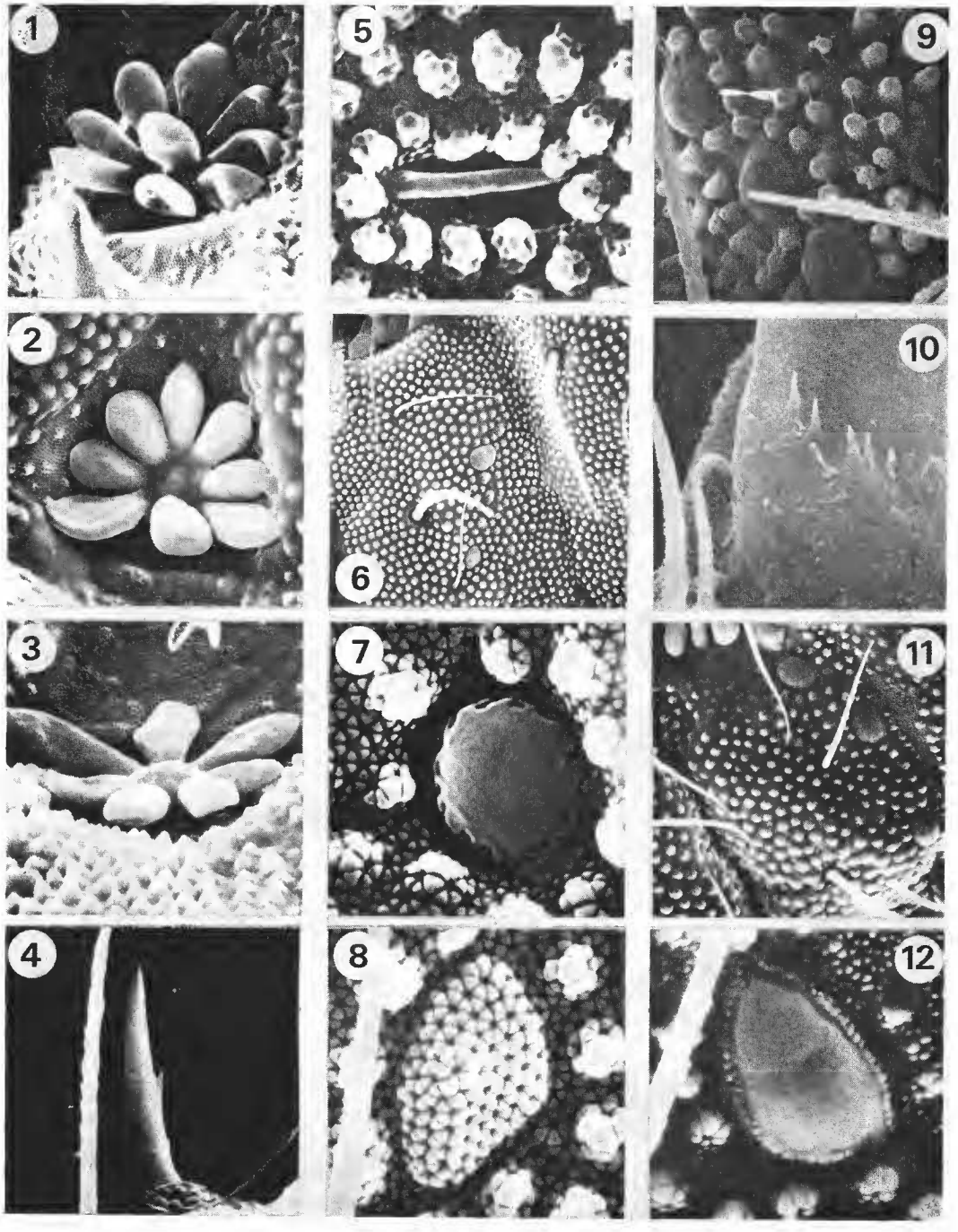
5. — Petite sensille située entre les deux sensilles subapicales de l'article antennaire IV (× 5250).
6. — Aire oculaire (droite) avec une cornéule résiduelle et un très gros grain (× 1100).
7. — Une cornéule résiduelle (antérieure) (× 6500).
8. — Un très gros grain tégumentaire sur l'aire oculaire (× 11 000).

Bonetogastrura spelicola

9. — Aire oculaire gauche avec 5 cornéules dont une, à droite, à ø réduit, avec un grain secondaire en son centre (× 1500).
10. — Griffe avec une couronne sub-basale de petites dents (× 3400).

Typhlogastrura breuili

11. — Aire oculaire (droite) avec 3 cornéules résiduelles (A, E et F-G) (× 715).
12. — Une cornéule résiduelle (E) (× 3640).



Typhlogastrura mendizabali

1 (× 1430), 2 (× 1365), 3 (× 1560). — Organes postannaires.
4. — Épine anale avec un petit crochet et des « barbules » (× 715).